DESA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

UFMG

FUNASA Fundação Nacional de Saúde

SUS

PRODUTO C

Diagnóstico

PMSB

Caxambu (MG)

TED 002/2016

O Plano Municipal de Saneamento Básico é composto pelos seguintes produtos:

A - Atividades Iniciais

B - Estratégias de Mobilização, Participação e Comunicação

C - Diagnóstico técnico-participativo

D - Prognóstico do Saneamento Básico

E - Programas, Projetos e Ações

F - Indicadores de Desempenho do PMSB

G - Resumo Executivo e Minuta do Projeto de Lei para aprovação do PMSB

ÓRGÃO FINANCIADOR

Fundação Nacional de Saúde

EXECUÇÃO

Projeto SanBas

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA)

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

APOIO

Município de Caxambu

APRESENTAÇÃO DO PROJETO SANBAS

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é um instrumento de planejamento estratégico da política municipal que contribui para prevenção de doenças, proteção e promoção da saúde da população, bem como a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social. O PMSB, conforme definido pela Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece a política federal e as diretrizes nacionais do saneamento básico no Brasil (BRASIL, 2007), deve abarcar os quatro componentes do saneamento básico: 1) abastecimento de água; 2) esgotamento sanitário; 3) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; 4) drenagem urbana e manejo das águas pluviais, tendo como princípio o envolvimento e participação da população em todas as etapas de sua elaboração.

Além dos quatro componentes, o PMSB deve abranger toda a extensão territorial do município, ou seja, áreas urbanas e rurais. Desta forma, permite-se a contemplação das populações do campo, floresta e das águas, de áreas indígenas, de comunidades quilombolas e tradicionais, além das áreas onde residem populações específicas (favelas, ocupações irregulares, assentamentos precários, entre outras denominações). O horizonte temporal do Plano é de 20 anos, sendo revisado em periodicidade máxima de quatro anos, em conformidade com o Plano Plurianual (FUNASA, 2018).

Buscando promover e executar ações e serviços de saúde pública, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa) tem atuado na capacitação e apoio à elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs). Nesse contexto, a Funasa firmou o Termo de Execução Descentralizada (TED) nº 02/2016 com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), para desenvolvimento do estudo denominado "Capacitação e elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico em municípios com população de até 50.000 habitantes do estado de Minas Gerais: uma pesquisa-ação no campo tecnológico, do controle social, da comunicação e do empoderamento nas políticas públicas de saneamento básico", doravante denominado Projeto SanBas.

Este estudo é mais uma contribuição da Linha de Pesquisa em Políticas Públicas e Gestão em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SMARH da Universidade Federal de Minas Gerais. Entre as contribuições desta Linha de Pesquisa, destacam-se a coordenação da

elaboração do estudo “Panorama do saneamento no Brasil”, base para proposição do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), em 2013, uma parceria com o Ministério das Cidades[1], universidades e sociedade civil; e a coordenação da pesquisa “Estudos para concepção, formulação e gestão do Programa Nacional de Saneamento Rural”, que subsidiou a elaboração do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), atualmente denominado Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR) (https://saneamentobrasilrural.com.br/), em parceria com a Funasa, universidades e movimentos sociais. No último estudo, foi gestado as bases do sistema de informação InfoSanBas (https://infosanbas.org.br) que, entre outras contribuições, subsidiou a escolha do nome do presente estudo, Projeto SanBas (https://sanbas.eng.ufmg.br).

O Projeto SanBas possibilitará ampliar as perspectivas do setor de saneamento no estado de Minas Gerais, trazendo o tema para o debate público, envolvendo representações dos diferentes segmentos sociais, dentre estes a sociedade civil organizada, instituições de ensino, poder público, prestadores de serviços, entre outros. Cabe ainda ressaltar o fundamental papel dos municípios selecionados para a efetivação do TED considerando seu suporte técnico e disponibilização de informações e documentos necessários à adequada elaboração do plano, bem como a participação da Fundação Nacional de Saúde, em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais, na construção do PMSB.

O Projeto SanBas, em razão de seu principal objeto, a elaboração de 30 PMSBs, apresenta mais uma ação direta da UFMG com resultados concretos para sociedade brasileira. No SanBas, mais uma vez, a Universidade vai ao encontro da sociedade brasileira ultrapassando seus muros em um intenso trabalho em parceria com gestores e comunidades locais nas mais diversas regiões do Estado.

Para selecionar os 30 municípios a serem contemplados pelo referido TED, a Superintendência Estadual da Fundação Nacional de Saúde no Estado de Minas Gerais - Suest-MG estabeleceu critérios instituídos por meio da Portaria n° 576/2016. Dos 30 municípios contemplados, seis foram selecionados pela UFMG, em concordância com a Suest-MG, como casos de estudo para iniciação e embasamento do projeto no ano de 2019. Nesta seleção, utilizaram-se como critérios a presença de população indígena e/ou

[1] Em 1º de janeiro de 2019, o Ministério das Cidades - MCidades e o Ministério da Integração Nacional - MI foram fundidos e transformados em Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR.

quilombola, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), o estresse hídrico, a relação entre o tamanho das populações rurais e urbanas de cada município e a seleção de municípios de distintas regiões do estado de Minas Gerais. Os seis municípios que tiveram seus PMSBs elaborados, em 2019, foram: Bueno Brandão e Monte Sião, na região Sul de Minas, Cachoeira de Pajeú e Itinga, na região do Vale do Jequitinhonha e Catuti e Pai Pedro, na região Norte de Minas. Todos os PMSBs dos seis municípios foram aprovados em audiência pública.

Nos anos de 2020 a 2022, o Projeto SanBas atuará em 24 municípios: Luislândia, Novorizonte, Rio Pardo de Minas, Grão Mogol, Botumirim, Itacarambi, Manga, Japonvar, Porteirinha e Taiobeiras na região Norte de Minas, Francisco Badaró, na região do Vale do Jequitinhonha, Cruzília, Estiva, Guaxupé, Lambari, Turvolândia, São Tomé das Letras, Caxambu e Itanhandu, na região Sul de Minas Gerais, Carmo do Rio Claro e Delfinópolis na região Sudoeste de Minas Gerais e nos municípios de Cristais, Pains e Cana Verde, na região Oeste de Minas Gerais.

Além da construção dos 30 PMSBs, outra importante contribuição científica, técnica e pedagógica, construída no âmbito do projeto, é a série *Selo Projeto SanBas* desenvolvida em parceria com a Funasa, com especialistas que atuam no Projeto, com consultores e colaboradores de campo, com o Coletivo Às Margens, a Cooperativa Eita, a Aicó Culturas e a Jequitibá Comunicações e Artes. A Série *Selo Projeto SanBas* culminou na elaboração de um Dicionário com 142 verbetes sobre temas relevantes para a universalização do saneamento nos municípios, de um caderno ilustrado e de dez notas técnicas.

O Projeto SanBas também desenvolveu, em parceria com o Coletivo Às Margens, seis jogos utilizados em capacitações e oficinas realizadas nos municípios contemplados pelo Projeto.

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto do novo coronavírus, conhecido como COVID-19, uma pandemia global. Desde então o surto evoluiu rapidamente e governos estaduais e municipais brasileiros tomaram medidas para retardar a disseminação da COVID-19.

Em resposta ao quadro pandêmico, o Projeto SanBas precisou se adequar para ajudar a proteger os munícipes e sua equipe e dar mais tranquilidade a todos, concomitantemente desenvolvendo as ações pactuadas no referido TED, com destaque para a continuação da

elaboração de 24 planos municipais de saneamento básico, bem como para os trabalhos no âmbito do desenvolvimento da série *Selo Projeto SanBas*.

Durante o ano de 2020, a equipe UFMG trabalhou intensamente organizando uma série de estudos, reuniões, consultas, revisões, ações e preparação para construção de um novo cronograma, adequação da equipe e novas formas de trabalho e criação de metodologias adequadas à situação da COVID-19.

Neste contexto, um novo Plano de Trabalho foi desenvolvido, apresentado e aprovado pela Funasa e UFMG, o que permitiu que a Equipe UFMG/Projeto SanBas fosse ampliada e passasse a contar com bolsistas, auxiliares técnicos municipais, que residiam em cada um dos 24 municípios que tiveram seus PMSBs construídos durante o momento pandêmico.

No cronograma inicial acordado com a Funasa Suest-MG, para os anos de 2020 e 2021, estavam previstos quatro trabalhos de campo em cada um dos 24 municípios selecionados para capacitação e elaboração de seus PMSBs e uma audiência pública. Diante da pandemia de COVID-19 os trabalhos de campo nos 24 municípios foram reduzidos para dois (visita de campo para mapeamento dos atores sociais, visita de campo para diagnóstico técnico e entrevistas com líderes comunitários para coletar informações de diagnóstico e apresentar possíveis soluções para os municípios) e, em um primeiro momento, foram mantidas as 24 audiências públicas presenciais. No entanto, já no ano de 2021, as audiências públicas que aprovaram os PMSBs dos municípios de Grão Mogol, Botumirim, Itacarambi, Manga, Japonvar, Porteirinha e Taiobeiras na região Norte de Minas, Francisco Badaró, na região do Vale do Jequitinhonha, São Tomé das Letras, Caxambu e Itanhandu, na região Sul de Minas Gerais e Cana Verde, na região Oeste de Minas Gerais, foram realizadas de forma remota ou híbrida, a depender da situação da pandemia no município, conforme vídeos disponibilizados no nosso canal do YouTube: https://www.youtube.com/ProjetoSanBas.

A preparação para os trabalhos de campo envolveu ações antes, durante e após as atividades. As viagens de idas e retornos dos municípios e as atividades nos territórios municipais foram cuidadosamente planejadas com a Coordenação do Projeto SanBas, pois ir a campo, aumentava consideravelmente as chances de contrair e transmitir a COVID-19.

Assim, o Projeto SanBas adotou um protocolo de segurança de campo e apenas os especialistas que não se enquadravam no grupo de risco realizaram atividades em campo, após realizar testes de COVID-19 e preencher uma autodeclaração. Os equipamentos de

proteção individual e demais orientações também foram disponibilizados pelo Projeto SanBas.

Ainda em resposta ao quadro sanitário vivenciado, o Projeto SanBas trabalhou, em parceria com o Coletivo Às Margens e a Plug & Boom, no desenvolvimento de versões digitais para web dos três jogos descritos a seguir: 1) "Como é que tá? O jogo do diagnóstico e prognóstico", 2) o jogo "Quem é você no Saneamento – o jogo do controle social" e 3) o jogo "Da gaveta pra rua – o jogo dos programas, projetos e ações", além do desenvolvimento de uma plataforma web que disponibiliza os jogos e relatórios de uso deles. Estes jogos foram utilizados nas videoconferências com os representantes dos Comitês Executivos e de Coordenação dos 24 municípios, durante três momentos: 1) capacitação e formação sobre as etapas de diagnóstico e prognóstico; 2) capacitação e formação sobre programas, projetos e ações em saneamento; e 3) capacitação e formação sobre o controle social em saneamento. A plataforma on-line de jogos desenvolvida no âmbito do Projeto SanBas tem potencial para auxiliar em processos de elaboração, revisão e execução de PMSBs em todo o país.

Também foi elaborado um jogo em formato de aplicativo para celular (versões Android e iOS), que poderá democratizar os debates sobre o saneamento e trazê-lo para a esfera pública, sensibilizando a população, em especial a juventude, quanto à importância da elaboração dos planos municipais. Em especial no contexto da pandemia da COVID-19, ainda que existam as restrições de acesso à internet, o aplicativo é uma maneira de repensar os processos de mobilização, métodos possíveis para diálogo e para trocas entre saberes técnicos e populares.

A criação de jogo em aplicativo surge, assim, como estratégia para sensibilizar, para humanizar e popularizar o saneamento e para compartilhar seus sentidos mais plurais. Pretende-se evidenciar os diálogos e interrelações entre saberes populares e técnicos e trabalhar a partir das realidades urbanas e rurais das pequenas cidades brasileiras.

Portanto, o trabalho no sentido de contenção da pandemia de COVID-19 representou uma oportunidade das instituições federais UFMG e Funasa atuarem de forma inovadora com vistas a fomentar a implementação de PMSB do Projeto SanBas, bem como de todo o Brasil.

Todos os materiais desenvolvidos têm códigos abertos podendo ser utilizados em outros municípios e outras experiências em planejamento em saneamento. Importante frisar que a proposta apresentada no presente item foi amplamente discutida entre Equipe UFMG/Projeto SanBas.

Outra linha de atuação do Projeto SanBas envolveu o desenvolvimento de uma nova forma de apresentação do Produto G – Resumo Executivo do PMSB, que se tornou uma ferramenta de compartilhamento dos produtos elaborados e proporcionou que em cada município, as comunidades, governantes, pesquisadores, estudantes, entre outros, pudessem consultar sobre a realidade do saneamento, acompanhar e cobrar a efetivação do PMSB. Investiu-se na criação de uma linguagem mais abrangente, democrática e inclusiva para compartilhar as informações do plano. A equipe UFMG, em parceria com o Coletivo Às Margens que conduziu o processo de criação, desenvolveu materiais diagramáticos, que trazem resumos das informações, com uma melhor hierarquia de textos, ilustrações e esquemas explicativos. Assim, os Produtos G dos PMSBs elaborados no âmbito do Projeto SanBas representam uma maneira de resumir e compartilhar o PMSB, elaborado em cada município, de maneira sucinta, democrática e inclusiva, para consulta das comunidades, governantes, pesquisadores, estudantes etc., conforme pode ser constatado nos Produtos G disponibilizados no site do projeto: https://sanbas.eng.ufmg.br/.

O Projeto SanBas atua, ainda, em atividades destinadas à formação e à capacitação de recursos humanos e à agregação de especialistas para a UFMG e para os municípios selecionados, de modo a contribuir para a execução de pesquisas, adoção de metodologias participativas, desenvolvimento tecnológico e inovação. Capacitamos 35 estudantes de graduação da UFMG, 30 profissionais autônomos/bolsistas/voluntário, 25 auxiliares técnicos municipais.

Ainda no contexto do Projeto SanBas, foram desenvolvidos cinco projetos finais de curso, quatro mestrados e três doutorados. Destaca-se também a publicação de artigos científicos e a intensa participação em eventos acadêmicos, com destaque para as Semanas de Iniciação Científica da UFMG, a apresentação de sete trabalhos completos no III Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2020) e quatro trabalhos completos apresentados no 31º Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (2021).

O Projeto SanBas, como contribuição para a área de saneamento, busca novas formas de comunicação com a sociedade. De nome SanBas, a passarinha que simboliza a iniciativa também reflete esta dimensão. É, ao mesmo tempo, um elemento de identidade visual e a representação de um posicionamento político: a busca de que o saneamento alcance a todas e todos – especialmente, aqueles grupos e segmentos historicamente alijados do necessário para uma vida digna e condizente com os direitos assegurados em nossa Constituição Federal (veja

os sites https://sanbas.eng.ufmg.br/ e https://infosanbas.org.br/ e consulte também o canal no YouTube: https://www.youtube.com/ProjetoSanBas).

Na proposta desenvolvida, a marca do SanBas é baseada em uma história. Nesta história, SanBas é uma espécie de passarinha presente em todos os biomas brasileiros.

A passarinha SanBas é de canto muito apreciado, que se assemelha ao som de uma flauta e tem pequenas frases melódicas que se modificam de acordo com o ambiente. Em lugares onde há mais diversidade, seja no campo ou mesmo nas grandes cidades, seu canto transmite alegria. Em ambientes prejudicados pela ação humana devastadora, emite nítida tristeza. Por isso, é a ave símbolo da convivência com o ambiente. É um pássaro que se adapta bem a ambientes mais úmidos, como Amazônia, e também àqueles com regime de chuvas mais reduzidos, como semiárido. O que ela não consegue se adaptar é à água suja. Ela é extremamente sensível à contaminação das águas por agrotóxicos, metais pesados, poluentes presentes nos esgotos e nos resíduos. Outra característica do ambiente que muito influencia em sua presença, é a preservação da flora. Ela se afasta dos locais onde a flora se reduz apenas a algumas espécies; para ela isso é um sinal de grande risco. Em outras palavras, nossa personagem, funciona como um recurso comunicativo pedagógico para dialogar sobre um ambiente com ou sem saneamento. As condições para ela viver estão relacionadas às condições mais profundas para se considerar um ambiente saneamento: biodiversidade; ambiente livre de poluentes; ambiente em que pessoas, animais, vegetação, águas e natureza em geral convivem em harmonia.

Em seus cinco anos de duração – 2018 a 2022 – o Projeto SanBas pretendeu contribuir para que os dezesseis princípios do saneamento básico no Brasil, instituídos pela Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007a) e apresentados a seguir, sejam de fato, materializados nos municípios:

> I - universalização do acesso e efetiva prestação do serviço; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> II - integralidade, compreendida como o conjunto de atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> IV - disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
>
> VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> VII - eficiência e sustentabilidade econômica;
>
> VIII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
>
> X - controle social;
>
> XI - segurança, qualidade, regularidade e continuidade; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> XII - integração das infraestruturas e dos serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> XIV - prestação regionalizada dos serviços, com vistas à geração de ganhos de escala e à garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços; (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> XV - seleção competitiva do prestador dos serviços; e (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)
>
> XVI - prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

EQUIPE ENVOLVIDA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/PROJETO SANBAS	
Nome	**Formação**
Coordenação geral	
Uende Aparecida Figueiredo Gomes	Engenheira Ambiental, Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais
Gestão do projeto	
João Luiz Pena	Engenheiro Civil e Antropólogo, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Rafaela Priscila Sena do Amaral	Tecnóloga em Gestão Ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Consultores contratados	
Ana Luísa Sales Pereira Almeida	Engenheira Ambiental e Sanitarista, Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Andreiva Lauren Vital do Carmo	Engenheira Ambiental, com especialização em Gestão Ambiental e Mestre em Engenharia Civil – UFV
Bárbara Furtado Barra	Engenheira Ambiental
Bruno Guerra de Moura von Sperling	Bacharel e Mestre em Geografia
Clarissa de Castro Lima Tribst	Engenheira Ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Cristiane Alcântara Hubner	Bióloga, com especialização em Educação Ambiental
Fábio Vassoler	Engenheiro Ambiental e Mestre em Engenharia Ambiental
Gabriel Henrique Soares Almeida	Engenheiro Ambiental e Mestre em Engenharia Civil – UFV
Iany Cunha Albergaria	Engenheira Ambiental e Mestre em Engenharia Civil – UFV
Isabela Fernandes Guimarães	Engenheira Civil e pós-graduanda em Gerenciamento de Projetos
Isabela Meline Simões Lopes	Engenheira Ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Jéssica Ayra Alves Silva Sant'Anna	Cientista Socioambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Josiane Teresinha Matos de Queiroz	Graduada em Engenharia Civil com cursos de especialização em Educação Ambiental, Engenharia Sanitária e Ambiental e Engenharia de Segurança do Trabalho. Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Joyce Gonçalves Souza	Engenheira Civil, com especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental
Larissa Candian Ferreira	Engenheira Ambiental e Mestre em Engenharia Civil – UFV
Larissa Costa Silveira	Bióloga
Luísa Ornelas Ferreira	Engenheira Ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Marcos Paulo Teles Nunes	Engenheiro Ambiental e Sanitarista
Marielle Aparecida de Moura Raid	Engenheira Ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Patrícia Aparecida Coelho	Engenheira Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/PROJETO SANBAS	
Nome	**Formação**
Raíssa Santos Figueiredo	Engenheira Ambiental e Sanitarista, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Saulo Felício Teixeira	Engenheiro Civil
Thais Lorraine dos Santos Moreira	Engenheira Ambiental
Vanessa Rodrigues de Melo	Engenheira Civil
Victória Vieira de Castro Menegasse	Engenheira Ambiental e Sanitarista
Vitor Carvalho Queiroz	Engenheiro Civil, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Consultores voluntários	
Paula Christina Franco de Souza	Engenheira Ambiental
Paulo Bernardo Neves e Castro	Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Ambiental – UFOP
Auxiliares técnicos	
Ademar Vieira da Cruz	Ensino médio completo (Francisco Badaró)
Alexandra Aparecida da Silva Alves	Assistente Social (Delfinópolis)
Amós Gonçalves dos Santos	Agrônomo (Itacarambi)
Ana Maria Cofiño	Contadora (Turvolândia)
Arnaldo Warley Rodrigues	Ensino médio completo (Grão Mogol – atuou durante três meses)
Caio Máximo de Jesus	Ensino médio completo (Grão Mogol – atuou durante dois meses)
César Ferreira de Castro	Engenheiro Civil (Pains)
Cristóvão Alves da Silva	Administrador de Empresas e Especialização em Gestão Municipal (Botumirim)
Débora Cristina Andrade	Jornalista (Guaxupé)
Edson Silveira Lima	Técnico em Agropecuária (Rio Pardo de Minas)
Fabiana Aparecida Marques	Engenheira Civil (Carmo do Rio Claro)
Francélio Xavier Lopes	Tecnólogo em Administração Pública e Direito (Porteirinha)
Graciela Alves de Almeida Costa	Bióloga (Novorizonte)
Iago Agenor Cunha Gonçalves	Jornalista (Manga)
Jandes Ferreira Sales	Ensino médio completo (Taiobeiras)
José de Jesus Santos	Biólogo (Japonvar)
Laércio Ribeiro da Silva	Estudante do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental (Lambari)
Lohana Kerolene Vieira da Silva	Bacharel em Direito (São Tomé das Letras)
Mágda Milena Carioca Alvarenga	Estudante do curso de Engenharia Civil (Cana Verde)
Maísa Massafera Pereira	Bióloga (Cruzília)
Marcos Alessandro Gonçalves	Estudante do curso de Engenharia Mecânica (Estiva)
Marina Santos Ázara	Engenheira Ambiental e Sanitarista (Cristais)
Paula Aparecida Horácio da Silva	Ensino médio completo (Itanhandu)
Rafael Alves de Oliveira	Engenheiro Ambiental e Sanitarista (Luislândia)
Thaís Santos Branco Dijair	Estudante do curso de Agronomia (Caxambu)
Bolsistas de graduação	
Amanda de Moraes Motta	Graduanda em Engenharia Ambiental
Amanda Mascarenhas Loose	Graduanda em Engenharia Ambiental
Amanda Oliveira Lima	Graduanda em Engenharia Ambiental
Ana Carolina Pires Pereira	Graduanda em Engenharia Ambiental
Ana Júlia Rodrigues de Rezende	Graduanda em Engenharia Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/PROJETO SANBAS	
Nome	**Formação**
Anna Carolina Oliveira Rupf	Graduanda em Geologia
Bárbara Siqueira Lana	Graduanda em Ciências Socioambientais
Bianca Ribeiro Lima	Graduanda em Engenharia Ambiental
Camila Cristina dos Santos Alves Meloncini	Graduanda em Ciências Socioambientais
Clarice Flores Fialho	Graduanda em Arquitetura
Emily Helena de Mancilha	Graduanda em Engenharia Civil
Estela Natália Marinho Lopes de Melo	Graduanda em Engenharia Ambiental
Gabriel Rodrigues dos Anjos Silva	Graduando em Engenharia Ambiental
Gabriella Alves Custódio	Graduanda em Design
Lana Isabela Santos Felismino	Graduanda em Geografia
Lorena Andrade de Sousa	Graduanda em Engenharia Ambiental
Lorenzo Rocha Oliveira	Graduando em Engenharia Ambiental
Lucas Lourenço Barros	Graduando em Biologia
Lucieny de Almeida Fagundes	Graduanda em Engenharia Ambiental
Marcelo Ribeiro Nascimento Araújo	Graduando em Engenharia Ambiental
Maria Clara Barbosa	Graduanda em Engenharia Ambiental
Matheus Dias Alves	Graduando em Engenharia Ambiental
Paloma Géssica Marcelino Silva	Graduanda em Engenharia Ambiental
Rafaela Franco	Graduanda em Engenharia Ambiental
Renata Rocha	Graduanda em Geografia
Roberta de Abreu Fantini Scarpelli	Graduanda em Ciências Socioambientais
Vitoria Ellen da Silva Oliveira	Graduanda em Engenharia Ambiental
Estagiários voluntários	
Amael Notini Moreira Bahia	Graduando em Direito
Amanda Bahiense Wenceslau Proença	Graduanda em Ciências Socioambientais
Ana Clara Silva de Oliveira	Graduanda em Engenharia Ambiental
Ana Laura Gonçalves Silva	Graduanda em Engenharia Ambiental
Leyla Marlene García Bances	Graduanda em Engenharia Ambiental
Luania Ludmilla Castro	Graduanda em Ciências Socioambientais
Mirelle Lopes Dias	Graduanda em Engenharia Ambiental
Bolsista de pós-graduação – Nível: Doutorado	
Marco Túlio da Silva Faria	Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH/DESA/UFMG
Consultores externos	
Alan Freihof Tygel	Engenharia Eletrônica e de Computação, Doutor em Informática – Cooperativa Eita
Aline Furtado Franceschini	Arquiteta – Coletivo Às Margens
André Siqueira de Mendonça	Arquiteto – Coletivo Às Margens
Antônio Marcos dos Santos	Cientista da Computação – NeST Digital
Bernardo Vaz	Enfermeiro e Designer gráfico – Aicó Culturas/Cooperativa Eita
Caio Guedes de Azevedo Mota	Estudante de Ciência da Computação – Plug & Boom
Camilla de Godoi	Graduada em Design Gráfico e pós-graduada em Design de Interação, com atuação em UI-UX (experiência de usuária/o) – Cooperativa Eita

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/PROJETO SANBAS	
Nome	**Formação**
Clara Garavello Baião de Amorim	Letras – Coletivo Às Margens
Gabriel Chaves Afonso Coutinho	Mestre em Ciência da Computação – Plug & Boom
Gustavo Ferreira de Souza	Física, Mestre em Engenharia – NeST Digital
Isabela Oliveira Izidoro	Arquiteta – Coletivo Às Margens
Nestor Vicente Soares Neto	Cientista da Computação – NeST Digital
Pedro Biondi	Jornalista – Jequitibá Comunicações e Artes
Pedro Paulo Machado	Estudante de Engenharia da Computação – NeST Digital
Rosana Kirsch	Socióloga, Me. em Sociologia, atuação em especificação e gestão – Cooperativa Eita
Victor Marchesini Ferreira	Engenharia Elétrica e mestrado em Planejamento Energético – Cooperativa Eita

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE MINAS GERAIS	
Nome	**Função na Funasa**
Edicleusa Veloso Moreira	Superintendente Estadual da Funasa em Minas Gerais (Suest/MG)
Adela Danieli de Oliveira	Educadora em Saúde
Ana de Oliveira Guedes	Educadora em Saúde
Bernardo Aleixo de Sousa Cruz	Engenheiro
Eduardo Albuquerque Pinto	Geólogo
Francisco Sérgio Abucater Lima	Chefe da Divisão de Administração – Diadm
Hélio Tadashi Yamada	Programador
Jaime Costa da Silva	Chefe do Serviço de Saúde Ambiental – Sesam
Luis Valarini Filho	Chefe da Divisão de Engenharia de Saúde Pública – Diesp
Luzete Dias do Nascimento	Educadora em Saúde
Pedro Castro Andrade Gontijo	Chefe da Seção de Educação em Saúde Ambiental – Saduc
Fábio Orfanó	Chefe Substituto do Serviço de Convênios – Secov
Roberto Carlos da Silva	Educador em Saúde

MEMBROS DO COMITÊ EXECUTIVO DO PMSB DE CAXAMBU	
PODER EXECUTIVO	
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico	
Nome	**Vínculo com a Prefeitura Municipal**
Amaro Gadbemar	Secretário Municipal de Desenvolvimento Econômico
Elias Maciel da Silva	Motorista
Gilson Faria Muniz (A partir de janeiro de 2021)	Chefe da Central de Planejamento e Administração
Secretaria Municipal de Meio Ambiente	
Nome	**Vínculo com a Prefeitura Municipal**
Ana Paula Guimarães Paulino (Até dezembro de 2020 Como Secretária Municipal de Meio Ambiente. A partir de janeiro de 2021 lotada na Secretaria de Turismo e Cultura)	Secretária Municipal do Meio Ambiente
Emanuel Ferreira Porto	Fiscal de Meio Ambiente
Reynaldo Guedes Neto (A partir de janeiro de 2021)	Secretário Municipal do Meio Ambiente
Caio de Souza Constâncio Pereira (A partir de janeiro de 2021)	Diretor de Saneamento Ambiental
Secretaria Municipal de Turismo e Cultura	
Nome	**Vínculo com a Prefeitura Municipal**
Ana Paula Guimarães Paulino (A partir de janeiro de 2021)	Coordenadora da Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural
Filipe Conde Alvez (A partir de janeiro de 2021)	Secretário Municipal de Turismo e Cultura

Secretaria Municipal de Saúde	
Nome	**Vínculo com a Prefeitura Municipal**
Rachel de Souza Silva Braga (Até dezembro de 2020)	Diretora da Vigilância em Saúde
Rodrigo Martins Bazani (Até dezembro de 2020)	Coordenador da Vigilância Sanitária e Ambiental
Fabio de Souza Santos (A partir de janeiro de 2021)	Fiscal Sanitário
João da Silva Ribeiro (A partir de janeiro de 2021)	Fiscal Sanitário
Secretaria Municipal de Educação	
Nome	**Vínculo com a Prefeitura Municipal**
Daniele Fernandes Ferreira (Até dezembro de 2020)	Diretora Pedagógica
Luana Aparecida Izaltino	Psicóloga
Rita Maria de Souza (A partir de dezembro de 2021)	Auxiliar no desenvolvimento infantil
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social	
Nome	**Vínculo com a Prefeitura Municipal**
Patrick Gadben de Macedo Rocha	Secretário Municipal de Desenvolvimento Social
Natallie Pellechia	Monitora do CRAS
Prestador de Serviços (COPASA)	
Nome	**Instituição**
Sérgio Araújo Cuconato	Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA
Alfeu Guimarães Gonçalves	Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA
Universidade Federal de Minas Gerais/Projeto SanBas	
Nome	**Profissão**
Clarissa de Castro Lima Tribst	Engenheira Ambiental
Marco Túlio da Silva Faria (Até dezembro de 2020)	Engenheiro Ambiental e Sanitarista
Thais Lorraine dos Santos Moreira (Até dezembro de 2020)	Engenheira Ambiental
Iany Cunha Albergaria (A partir de janeiro de 2021)	Engenheira Ambiental

MEMBROS DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO	
SOCIEDADE CIVIL	
Nome	**Bairro em que reside**
Antônio Carlos Luiz (a partir de janeiro de 2021)	Santa Tereza
Manuel Carlos Moreira Gomes	Mombaça
Carlos Roberto da Silva	Caxambu Velho
Edson Vander Cunha Resende	Vila Santo Antônio
Lúcia Helena Franklin Ribeiro Ferreira (até dezembro de 2020)	Campo do Meio
Maria Helena Ferreira	Campo do Meio
Antônio Carlos Luiz	Santa Tereza
Francisco Carlos Ribeiro	Santa Tereza
Luciano Maciel de Brito	Santa Tereza
Francisca Paula Lopes Teixeira	Alto Santa Rita
José Julio de Sousa Filho	Santa Cruz
Mauro Francisco dos Santos	Santa Rita
Greicilaine S. S. Martins	Jardim Alvorada
Prescilla Ferreira de Lima Machado	Jardim Alvorada

MEMBROS DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO	
Alberto de Andrade e Silva	Belvedere
José Maria Vieira	Centro
Paulo Francisco Maciel	Parque Águas Cristalinas
Pedro Morais de Souza	Belvedere
Rubens Hipólito de Aquino	Observatório
Sonia Maria Nogueira de Souza	Belvedere
Vanessa Gomes Santos	Belvedere
Márcia da Silva Seixas	Sítio Santa Maria
Rangel Gazola de Miranda	Volta Grande
Renato Sales Brandão (a partir de janeiro de 2021)	Vista Alegre
Rosa Maria Dias dos Santos Pereira	Monjolinho
Conselho Municipal	
Nome	**Conselho**
Ademir Rogério Pedro	Conselho Municipal de Saúde
Prestadores de Serviços	
Nome	**Instituição**
Alfeu Guimarães Gonçalves	Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA
Sérgio Araújo Cuconato	Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA
Poder Executivo	
Nome	**Secretaria**
Emanuel Ferreira Porto	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
Flávio Antonio Pereira Rocha	Secretaria Municipal de Obras
Joaquim Luiz Santos Machado	Secretaria Municipal de Planejamento Urbano
Liana Bahia Diniz	Secretaria Municipal de Turismo e Cultura
Nelson Monteiro dos Santos	Secretaria Municipal de Obras
Poder Legislativo	
Nome	**Função**
Fábio Curi Hauegen	Vereador municipal
Mário Luiz Alves (Até dezembro de 2020)	Vereador municipal
Renato Sales Brandão (Até dezembro de 2020)	Vereador municipal
Gilson Rodrigues de Souza (A partir de janeiro de 2021)	Vereador municipal
Arnaldo José Ribeiro (A partir de janeiro de 2021)	Vereador municipal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

2. CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO 5

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PLANEJAMENTO 5

2.1.1. História e contextualização do município 7

2.1.2. Estrutura territorial do município 11

2.1.2.1. Ordenamento territorial municipal 16

2.1.2.2. Assentamentos 19

2.1.2.3. Povos indígenas e comunidades tradicionais 22

2.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA 23

2.2.1. Clima e Meteorologia 23

2.2.1.1. Temperatura 26

2.2.1.2. Precipitação 27

2.2.2. Usos e Cobertura da Terra 28

2.2.3. Vegetação 33

2.2.4. Geologia e Hidrogeologia 35

2.2.5. Geomorfologia 41

2.2.6. Pedologia 43

2.2.7. Hidrografia 46

2.2.8. Altimetria 49

2.3. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA 53

2.3.1. Perfil demográfico e dinâmica populacional 53

2.3.2. Informações sociais 57

2.4. POLÍTICAS PÚBLICAS CORRELATAS AO SANEAMENTO BÁSICO 58

2.4.1. Saúde 58

2.4.1.1. Rede de saúde existente 58

2.4.1.2. Programa de Saúde da Família 59

2.4.1.3. Doenças decorrentes da falta ou deficiência dos serviços de saneamento 63

2.4.1.4. Índice nutricional da população infantil 65

2.4.2. Habitação 68

2.4.2.1. Habitação de interesse social 69

2.4.2.2. Evolução histórica do saneamento nos domicílios 72

2.4.3. Meio ambiente e Gestão de Recursos Hídricos 76

2.4.3.1. Recursos hídricos 76

2.4.3.2. Áreas de Preservação Permanente (APPs) 78

2.4.3.3. Áreas Protegidas 80

2.4.3.4. Parque das Águas 84

2.4.4. Educação ... 88

2.4.4.1. Rede de educação existente ... 88

2.4.4.2. Indicadores da educação no município ... 88

2.5. DESENVOLVIMENTO HUMANO: RENDA, POBREZA E DESIGUALDADE ... 92

2.6. INFRAESTRUTURA ... 95

2.6.1. Energia elétrica ... 95

2.6.2. Pavimentação ... 96

2.6.3. Comunicação ... 97

2.6.4. Transporte ... 98

2.6.5. Cemitério ... 99

2.7. EIXOS DE DESENVOLVIMENTO LOCAL ... 99

2.8. VOCAÇÕES ECONÔMICAS ... 101

2.9. CALENDÁRIO DE EVENTOS E SEUS IMPACTOS NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO ... 103

3. QUADRO INSTITUCIONAL DA POLÍTICA E DA GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO ... 104

3.1. PRINCIPAIS FONTES SOBRE AS POLÍTICAS NACIONAIS DE SANEAMENTO BÁSICO ... 104

3.2. LEGISLAÇÃO E INSTRUMENTOS LEGAIS QUE DEFINEM A POLÍTICA DE SANEAMENTO BÁSICO ... 120

3.3. GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO ... 128

3.4. EXISTÊNCIA DE AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS PRESTADOS ... 135

3.5. ESTRUTURA ATUAL DE REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS ... 137

3.6. POSSIBILIDADES DE CONSORCIAMENTO ... 138

3.7. TRANSFERÊNCIAS E CONVÊNIOS EM SANEAMENTO BÁSICO EXISTENTES COM O GOVERNO FEDERAL E COM O GOVERNO ESTADUAL ... 139

3.8. APLICAÇÃO DOS RECURSOS ORÇAMENTÁRIOS NO SANEAMENTO ... 142

3.9. PRINCIPAIS PROGRAMAS EXISTENTES NO MUNICÍPIO DE INTERESSE DO SANEAMENTO BÁSICO ... 142

3.10. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MOBILIZAÇÃO SOCIAL EM SANEAMENTO E NÍVEL DE INVESTIMENTO ... 142

4. SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ... 144

4.1. ESTRUTURAÇÃO ORGANIZACIONAL RESPONSÁVEL PELO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ... 147

4.1.1. Gestão do serviço de abastecimento de água ... 147

4.1.2. Regulação do serviço de abastecimento de água ... 148

4.1.3. Prestação do serviço de abastecimento de água ... 148

4.1.4. Controle social ... 149

4.2. PLANO DIRETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ... 150

4.3. DESCRIÇÃO GERAL DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 150
4.3.1. Grandes consumidores de água em Caxambu 150
4.3.2. Descrição dos serviços de abastecimento de água na área urbana de Caxambu 150
4.3.2.1. Sistema de Abastecimento de Água Caxambu-Baependi 151
4.3.3. Perspectiva da população em relação ao serviço de abastecimento de água na área urbana . 167
4.3.4. Descrição dos serviços de abastecimento de água na área rural de Caxambu 170
4.4. ESTRUTURA DE CONSUMO E DEMANDA 181
4.4.1. Demanda de água nas áreas de abrangência dos sistemas coletivos com distribuição por rede…… 182
4.4.2. Demanda de água em áreas com soluções alternativas coletivas desprovidas de rede de distribuição 187
4.4.3. Demanda de água em áreas com soluções alternativas individuais 188
4.5. QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA E DO PRODUTO FINAL DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 191
4.5.1. Qualidade da água bruta superficial e subterrânea 191
4.5.2. Qualidade da água distribuída à população 196
4.5.3. Monitoramento do prestador de serviços 197
4.5.3.1. Monitoramento no âmbito do Programa Vigiágua 199
4.6. IDENTIFICAÇÃO DE MANANCIAIS PARA ABASTECIMENTO FUTURO 201
4.6.1. Mananciais superficiais 201
4.6.2. Mananciais subterrâneos 204
4.7. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 205
4.8. CARACTERIZAÇÃO DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS SEGUNDO INDICADORES DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS 206
4.8.1. Indicadores analisados na caracterização dos serviços de abastecimento de água referente ao Município de Caxambu 207
4.8.2. Comparação de indicadores do Município de Caxambu com indicadores de municípios semelhantes 209
4.9. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 212
5. SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 215
5.1. ESTRUTURAÇÃO ORGANIZACIONAL RESPONSÁVEL PELOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 217
5.1.1. Gestão do serviço de esgotamento sanitário 217
5.1.2. Regulação do serviço de esgotamento sanitário 218
5.1.3. Prestação do serviço de esgotamento sanitário 218
5.1.4. Controle social 218
5.2. ANÁLISE CRÍTICA DO PLANO DIRETOR DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 219
5.3. DESCRIÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 219

5.3.1. Descrição dos serviços de esgotamento sanitário na área urbana 221

5.3.2. Descrição dos serviços de esgotamento sanitário na área rural 233

5.4. VERIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE LIGAÇÕES CLANDESTINAS DE ÁGUAS PLUVIAIS AO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 235

5.5. INDICAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO E DAS FONTES DE POLUIÇÃO POR ESGOTOS 236

5.6. BALANÇO ENTRE GERAÇÃO DE ESGOTO E CAPACIDADE DOS SISTEMAS EXISTENTES NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 237

5.7. BALANÇO PARA A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA ETE CAXAMBU 238

5.7.1. Descrição dos serviços de esgotamento sanitário na área rural 240

5.8. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 241

5.9. CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO SEGUNDO INDICADORES 241

5.10. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 249

5.11. IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS FUNDOS DE VALE, CORPOS D'ÁGUA RECEPTORES E POSSÍVEIS ÁREAS PARA LOCAÇÃO DE ETE 251

6. SERVIÇOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 255

6.1 ESTRUTURAÇÃO ORGANIZACIONAL RESPONSÁVEL PELOS SERVIÇOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 256

6.2. LEGISLAÇÃO EXISTENTE SOBRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SEU REBATIMENTO NO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS 257

6.3. ANÁLISE CRÍTICA DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL E PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA 265

6.4. DESCRIÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 266

6.4.1. Serviços de drenagem e manejo das águas pluviais: Microbacia do Ribeirão Bengo 270

6.4.2. Serviços de drenagem e manejo das águas pluviais: Microbacia do Ribeirão de João Pedro . 307

6.4.3. Serviços de drenagem e manejo das águas pluviais: região norte de Caxambu 329

6.5. ROTINA OPERACIONAL DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA DA REDE DE DRENAGEM NATURAL E ARTIFICIAL 330

6.6. IDENTIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE SISTEMA ÚNICO (COMBINADO) E DE SISTEMA MISTO 330

6.7. OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS NO MUNICÍPIO RELACIONADOS COM OS SERVIÇOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 330

6.8. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS 339

6.9. CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS SEGUNDO INDICADORES DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS 340

6.9.1. Aspectos caracterizados nos serviços e indicadores analisados referente ao município de Caxambu... 341

6.9.2. Comparação dos indicadores do município de Caxambu com outros municípios 344

6.10. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE DEFICIÊNCIAS E POTENCIALIDADES DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS 347

7. GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS 351

7.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA 355

7.2. ANÁLISE DE PLANOS MUNICIPAIS EXISTENTES NA ÁREA DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 356

7.3. IDENTIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS EM MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 357

7.4. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO MUNICÍPIO 357

7.4.1. Situação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana 357

7.4.1.1. Geração e composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos 357

7.4.1.2. Coleta convencional 360

7.4.1.3. Coleta seletiva de resíduos recicláveis 365

7.4.1.4. Prestação de serviços da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Caxambu, ASCAMARC 367

7.4.1.5. Limpeza pública 374

7.4.1.6. Disposição final de rejeitos 378

7.4.2. Situação do gerenciamento de resíduos sólidos 384

7.4.2.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico 385

7.4.2.2. Resíduos dos serviços de saúde (RSS) 386

7.4.2.3. Resíduos da construção civil (RCC) 386

7.4.2.4. Outros tipos de resíduos sólidos 393

7.4.3. Situação da logística reversa 397

7.5. PERSPECTIVA DA POPULAÇÃO EM RELAÇÃO AOS RESÍDUOS SÓLIDOS 398

7.6. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS RECEITAS OPERACIONAIS, DESPESAS DE CUSTEIO E INVESTIMENTOS 402

7.7. CARACTERIZAÇÃO DO SERVIÇO PÚBLICO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO INDICADORES 403

7.7.1. Comparação de indicadores do município de Caxambu e outros municípios semelhantes 406

7.8. IDENTIFICAÇÃO DOS PASSIVOS AMBIENTAIS RELACIONADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS, INCLUINDO ÁREAS CONTAMINADAS E RESPECTIVAS MEDIDAS SANEADORAS .. 408

7.9. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE DEFICIÊNCIAS E POTENCIALIDADES DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA 409

7.10. IDENTIFICAÇÃO DA CARÊNCIA DO PODER PÚBLICO PARA O ATENDIMENTO ADEQUADO DA POPULAÇÃO 410

7.11. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS 411

7.12. IDENTIFICAÇÃO DAS POSSIBILIDADES DE IMPLANTAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSORCIADAS OU COMPARTILHADAS COM OUTROS MUNICÍPIOS 414

8. QUADRO RESUMO E ANALÍTICO DO PMSB 415

REFERÊNCIAS 417

ANEXOS 433

ANEXO A – LISTAGEM DE USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS CADASTRADOS E OUTORGADOS JUNTO AO ÓRGÃO AMBIENTAL ESTADUAL, NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 433

ANEXO B – AMPLIAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO 435

ANEXO C – PLANO DE AMOSTRAGEM - ETA BAEPENDI-CAXAMBU 436

ANEXO D – PLANO DE AMOSTRAGEM - ETE CAXAMBU 437

ANEXO E – PARECER DE APROVAÇÃO FINAL DO PRODUTO C DO PMSB DE CAXAMBU 438

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DE CAXAMBU 6
FIGURA 2 – VISTA DE CAXAMBU, 1891 8
FIGURA 3 – VISTA DE CAXAMBU, 1954 8
FIGURA 4 – VISTA DE CAXAMBU, 2020 8
FIGURA 5 – ANTIGO PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBU, MG 9
FIGURA 6 – ATUAL PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBU, MG 10
FIGURA 7 – MAPA DE CAXAMBU SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER 25
FIGURA 8 – TEMPERATURA MÉDIA ANUAL 26
FIGURA 9 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA 27
FIGURA 10 – EVOLUÇÃO DOS USOS DA TERRA NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 30
FIGURA 11 – USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 32
FIGURA 12 – PERFIL ESQUEMÁTICO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL 33
FIGURA 13 – GEOLOGIA DE CAXAMBU 37
FIGURA 14 – HIDROGEOLOGIA DE CAXAMBU 40
FIGURA 15 – GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 42
FIGURA 16 – PEDOLOGIA DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 45
FIGURA 17 – LOCALIZAÇÃO DE CAXAMBU NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE 47
FIGURA 18 – HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 48
FIGURA 19 – ALTIMETRIA DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 51
FIGURA 20 – DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 52
FIGURA 21 – DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DA POPULAÇÃO DE CAXAMBU 53
FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DA POPULAÇÃO DE CAXAMBU POR RAÇA E COR 54
FIGURA 23 – PIRÂMIDE ETÁRIA DE CAXAMBU EM 1991 56
FIGURA 24 – PIRÂMIDE ETÁRIA DE CAXAMBU EM 2000 56
FIGURA 25 – PIRÂMIDE ETÁRIA DE CAXAMBU EM 2010 57
FIGURA 26 – REUNIÃO COM OS AGENTES COMUNITÁRIOS DE SAÚDE E AGENTES DE COMBATE A ENDEMIA 60
FIGURA 27 – FORMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM 2010 74
FIGURA 28 – FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM 2010 74
FIGURA 29 – FORMAS DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM 2010 75
FIGURA 30 – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM CAXAMBU 79
FIGURA 31 – ÁREAS PROTEGIDAS DE CAXAMBU 83
FIGURA 32 – FILA NA PORTA DO PARQUE DAS ÁGUAS PARA RETIRADA DE ÁGUA DE UMA DAS FONTES 85

FIGURA 33 – LIMITE TERRITORIAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - APA MUNICIPAL DAS ÁGUAS MINERAIS 87
FIGURA 34 – FLUXO ESCOLAR POR FAIXA ETÁRIA EM CAXAMBU 89
FIGURA 35 – COMPARAÇÃO DO FLUXO ESCOLAR POR FAIXA ETÁRIA, EM 2010, ENTRE CAXAMBU, MINAS GERAIS E O BRASIL 90
FIGURA 36 – TAXA DE ANALFABETISMO POR FAIXA ETÁRIA NO BRASIL E EM CAXAMBU EM 2010 92
FIGURA 37 – EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DE CAXAMBU 93
FIGURA 38 – PERCENTUAL DE PESSOAS EM DOMICÍLIO COM ENERGIA ELÉTRICA 95
FIGURA 39 – PARTICIPAÇÃO DOS SETORES ECONÔMICOS NO PIB DE CAXAMBU 102
FIGURA 40 – CALENDÁRIO DE EVENTOS DE CAXAMBU 103
FIGURA 41 – VALOR CELEBRADO DE CONVÊNIOS E CONTRATOS DE REPASSES QUE POSSUEM RELAÇÃO COM OS SERVIÇOS DE SANEAMENTO, POR ÓRGÃO DO GOVERNO FEDERAL 140
FIGURA 42 – FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 146
FIGURA 43 – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CAXAMBU 149
FIGURA 44 – LOCALIZAÇÃO DA ETA CAXAMBU-BAEPENDI 152
FIGURA 45 – FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA INTEGRADO CAXAMBU-BAEPENDI (SAA CAXAMBU- BAEPENDI) 153
FIGURA 46 – CROQUI DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CAXAMBU 154
FIGURA 47 – BALSA DE CAPTAÇÃO DO RIO BAEPENDI 155
FIGURA 48 – ETAPAS DO TRATAMENTO DA ETA 01 (ALVENARIA) 156
FIGURA 49 – ETAPAS DO TRATAMENTO DA ETA 02 (PRÉ-MOLDADA) 159
FIGURA 50 – CALÇAMENTO IRREGULAR NO BAIRRO SANTA RITA, APÓS INTERVENÇÃO DA COPASA PARA CONSERTO DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA 168
FIGURA 51 – LOCALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO COLETIVOS 170
FIGURA 52 – FLUXOGRAMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MONJOLINHO 170
FIGURA 53 – RESERVATÓRIO DE ÁGUA NO MONJOLINHO 172
FIGURA 54 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO BAIRRO MONJOLINHO 172
FIGURA 55 – FLUXOGRAMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO BAIRRO LARANJEIRAS 173
FIGURA 56 – BARRAMENTO NO BAIRRO LARANJEIRAS 174
FIGURA 57 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA EM NASCENTE 175
FIGURA 58 – POÇO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA 176
FIGURA 59 – GRÁFICO DO CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE 2002 A 2018 182
FIGURA 60 – POÇOS TUBULARES PERFURADOS NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU E CADASTRADOS NO SIAGAS 190
FIGURA 61 – GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DO IQA NA ESTAÇÃO BG024 ENTRE 2008 E 2017 193

FIGURA 62 – GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DO CT NA ESTAÇÃO BG024 ENTRE 2008 E 2017 193
FIGURA 63 – COBERTURA DO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 220
FIGURA 64 – LOCALIZAÇÃO DA ETE CAXAMBU 222
FIGURA 65 – CONJUNTO MOTOBOMBA DA ETE CAXAMBU 223
FIGURA 66 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE CAXAMBU 224
FIGURA 67 – CAIXA COM CARVÃO VEGETAL PARA EVITAR MAU CHEIRO 226
FIGURA 68 – LEITOS DE SECAGEM DA ETE CAXAMBU 228
FIGURA 69 – ATERRO PARA DISPOSIÇÃO DO LODO SECO 229
FIGURA 70 – CASAS NO VALE DAS COLINAS, QUE POSSUEM FOSSAS SÉPTICAS 230
FIGURA 71 – VISTA DE ESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO QUINTAL DE UM DOMICÍLIO, NO BAIRRO VISTA ALEGRE 231
FIGURA 72 – RESIDÊNCIAS COM LANÇAMENTO FORA DA REDE COLETORA DE ESGOTOS 232
FIGURA 73 – LANÇAMENTO DE ESGOTO BRUTO NO CURSO D'ÁGUA, NO BAIRRO BOSQUE, ÁREA CONHECIDA COMO SÃO CRISTÓVÃO 233
FIGURA 74 – TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO CONSTRUÍDO NA LOCALIDADE DO MOMBAÇA 235
FIGURA 75 – ORGANOGRAMA DA SECRETARIA DE OBRAS, TRANSPORTE E SERVIÇOS PÚBLICOS 257
FIGURA 76 – HIDROGRAFIA DA ÁREA URBANA DE CAXAMBU 269
FIGURA 77 – RECORTE DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO BENGO SOBRE A ÁREA URBANA DE CAXAMBU 272
FIGURA 78 – ESTRUTURA DE DRENAGEM PLUVIAL EM LOTE E SINAIS DE RUPTURA DO PAVIMENTO NA RUA MÉXICO, BAIRRO JARDIM DAS NAÇÕES 274
FIGURA 79 – ESTRUTURA DE DRENAGEM PLUVIAL EM LOTE E SINAIS DE RUPTURA DO PAVIMENTO NA RUA PORTUGAL, BAIRRO JARDIM DAS NAÇÕES 274
FIGURA 80 – EROSÃO E RUPTURA DE PAVIMENTO EM RUAS DO BAIRRO JARDIM DAS NAÇÕES 275
FIGURA 81 – ESTRUTURA DE DRENAGEM PLUVIAL NA RUA FRANCISCO LOPES, BAIRRO VISTA ALEGRE 276
FIGURA 82 – RIBEIRÃO BENGO SOB PONTE À MONTANTE DO LAGO DO PARQUE DAS ÁGUAS, À ENTRADA DO BAIRRO BOSQUE 278
FIGURA 83 – FORMAÇÃO DE DEPÓSITO DE SEDIMENTOS NA ENTRADA DO LAGO DO PARQUE DAS ÁGUAS, 2008 A 2020 279
FIGURA 84 – RIBEIRÃO BENGO, PARQUE DAS ÁGUAS DE CAXAMBU 280
FIGURA 85 – RUA JOSÉ JUVÊNCIO SACRAMENTO, POR ONDE PASSA A DRENAGEM SUPERFICIAL DE PARTE DAS ÁGUAS DE CHUVA DO BAIRRO SANTA TEREZA ATÉ A RODOVIÁRIA 282

FIGURA 86 – TRECHO CANALIZADO DO RIBEIRÃO BENGO NA PRAÇA 16 DE SETEMBRO, SEDE URBANA, COM VISTA PARA INTERCEPTOR DE ESGOTOS SANITÁRIOS E GALERIA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS 283
FIGURA 87 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE ALAGAMENTO NA RUA JOÃO PINHEIRO, BAIRRO CENTRO, DURANTE CHUVA EM MEADOS DE JANEIRO DE 2021 284
FIGURA 88 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE ALAGAMENTOS NA RUA JOÃO CARLOS DURANTE CHUVAS EM MEADOS DE 2018 E 2019 286
FIGURA 89 – FAIXADA DO HOTEL GLÓRIA, AVENIDA CAMILO SOARES 287
FIGURA 90 – BOCA DE LOBO NA AVENIDA CAMILO SOARES 288
FIGURA 91 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO RIBEIRÃO BENGO NA AVENIDA ÁPIO CARDOSO, BAIRRO CENTRO, DURANTE CHUVA EM MEADOS DE JANEIRO DE 2021 289
FIGURA 92 – VISTA PANORÂMICA DO BAIRRO TRANÇADOR E DO LOTEAMENTO JARDIM ALICE II 291
FIGURA 93 – VISTA PANORÂMICA LOTEAMENTO JARDIM PAULO MAIA 291
FIGURA 94 – CÓRREGO DO ATA E ESTRUTURA DE DRENAGEM PLUVIAL NA RUA YOLANDA DE AZEVEDO ARANTES, BAIRRO JARDIM ALICE 292
FIGURA 95 – CÓRREGO DO ATA NA RUA PALMIRO MOREIRA, BAIRRO SANTA RITA 294
FIGURA 96 – FOZ DO CÓRREGO DO ATA NO RIBEIRÃO BENGO, BAIRRO CENTRO 296
FIGURA 97 – SINAIS DE RUPTURA DE PAVIMENTO NA RUA JOAQUIM AMARO TOBIAS 297
FIGURA 98 – RUA FELIPE ANTÔNIO DE MIRANDA, ESQUINA COM A RUA Nº 20, BAIRRO ALTO SANTA RITA 297
FIGURA 99 – CANALETA LATERAL DE DRENAGEM SUPERFICIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ESCADARIA PARA PEDESTRES, RUA FELIPE ANTÔNIO DE MIRANDA, BAIRRO ALTO SANTA RITA 298
FIGURA 100 – RUA FELIPE ANTÔNIO DE MIRANDA, BAIRRO ALTO SANTA RITA 299
FIGURA 101 – TUBULAÇÃO DE LANÇAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS DO PERIDOMICÍLIO EM ESCADARIA PARA PEDESTRES, RUA ANTÔNIO DOS SANTOS FILHO, BAIRRO ALTO SANTA RITA 299
FIGURA 102 – PRAÇA VIRGÍLIO GOMES CORREA, BAIRRO SANTA RITA, ONDE OCORRE RUPTURA DE PAVIMENTO APÓS CHUVAS FORTES 300
FIGURA 103 – TALUDE COM RISCO GEOLÓGICO NA TRAVESSA GUILHERME VILELA GARCIA, BAIRRO SANTA RITA 300
FIGURA 104 – ESTRUTURA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS NA RUA FRANCISCO SANTOS FILHO, BAIRRO SANTA RITA, 2021 301
FIGURA 105 – ESTRUTURAS DE DRENAGEM PLUVIAL NA RUA FRANCISCO DOS SANTOS FILHO, BAIRRO SANTA RITA, 2011 302
FIGURA 106 – RUA GUANABARA, MARGEM ESQUERDA DO RIBEIRÃO BENGO, BAIRRO SANTA RITA, 2021 303

FIGURA 107 – RUA GUANABARA, MARGEM ESQUERDA DO RIBEIRÃO BENGO, 2011 304
FIGURA 108 – RIBEIRÃO BENGO, VISTO SOBRE PONTE NA ALTURA DA RUA GUANABARA, BAIRRO SANTA RITA 305
FIGURA 109 – RIBEIRÃO BENGO CANALIZADO ATÉ O TREVO DA BR-267 305
FIGURA 110 – BOCA DE LOBO PRÓXIMA AO CEMITÉRIO MUNICIPAL, BAIRRO SÃO JANUÁRIO 306
FIGURA 111 – RIBEIRÃO BENGO APÓS TREVO DA BR-267, BAIRRO JARDIM EXPOSIÇÃO 306
FIGURA 112 – RECORTE DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DE JOÃO PEDRO SOBRE A ÁREA URBANA DE CAXAMBU 308
FIGURA 113 – CÓRREGO DAS LARANJEIRAS MARGEANDO À DIREITA DA REPRESA DAS LARANJEIRAS 311
FIGURA 114 – CÓRREGO MOMBAÇA 312
FIGURA 115 – ESTRADA VICINAL DE ACESSO AO BAIRRO MOMBAÇA 312
FIGURA 116 – PONTE E ESTRUTURA DE DRENAGEM PLUVIAL SOBRE O RIBEIRÃO DE JOÃO PEDRO, À MONTANTE DA FOZ DO CÓRREGO DA GLÓRIA, RUA JOSÉ TEODOMIRO, CAXAMBU VELHO 314
FIGURA 117 – PENÚLTIMA PONTE SOBRE O RIBEIRÃO JOÃO PEDRO À MONTANTE DA FOZ DO CÓRREGO DA GLÓRIA, AVENIDA EVARISTO SÁ GUEDES 315
FIGURA 118 – VISTA PANORÂMICA DO CONDOMÍNIO VALE DAS COLINAS, SENDO POSSÍVEL OBSERVAR A PROXIMIDADE DAS CASAS COM O CÓRREGO DA GLÓRIA* 316
FIGURA 119 – CÓRREGO DA GLÓRIA, RUA JOSÉ SACCHI GOMES, BAIRRO VILA SANTO ANTÔNIO 317
FIGURA 120 – PONTE E ESTRUTURAS DE DRENAGEM PLUVIAL SOBRE O CÓRREGO DA GLÓRIA, À MONTANTE DA FOZ NO RIBEIRÃO JOÃO PEDRO, AVENIDA HENRIQUE MONAT 318
FIGURA 121 – ESTRUTURA ESCAVADA PARA DRENAGEM PLUVIAL, BAIRRO CAXAMBU VELHO 319
FIGURA 122 – ESCADA HIDRÁULICA DE DRENAGEM PLUVIAL DO BAIRRO BELVEDERE PARA O RIBEIRÃO DE JOÃO PEDRO 320
FIGURA 123 – PRACINHA DO BELVEDERE, RUA IMPERATRIZ LEOPOLDINA, ONDE OCORREM ALAGAMENTOS 321
FIGURA 124 – CANALIZAÇÃO DE NASCENTE NA ESTRADA REAL, VILA VERDE IV 322
FIGURA 125 – LOTEAMENTO, NASCENTE E LAGOA EM VISTA AÉREA DOS BAIRROS VILA VERDE I, II, III E IV 323
FIGURA 126 – VISTA DO LAGO ARTIFICIAL AO LADO DA ESTRADA REAL, VILA VERDE I 323
FIGURA 127 – CÓRREGO DOS MARQUES, NA PROPRIEDADE DA IGREJA ASSEMBLEIA DE DEUS, RUA SÃO DOMINGOS, BAIRRO CAXAMBU VELHO 324
FIGURA 128 – ESTRUTURAS DE CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO DOS MARQUES NA SAÍDA DA PROPRIEDADE DA ASSEMBLEIA DE DEUS, RUA SÃO DOMINGOS, BAIRRO CAXAMBU VELHO 325
FIGURA 129 – ESTRUTURA DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL DO CÓRREGO DOS MARQUES, AVENIDA ANTÔNIO FERREIRA DA SILVA, CAXAMBU VELHO 326

FIGURA 130 – ÁREA DE INUNDAÇÃO DO RIBEIRÃO JOÃO PEDRO, BR 354 ALTURA DO POSTO SHELL, PRÓXIMO AO BAIRRO PADRE LEO 327
FIGURA 131 – ESTRUTURA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS DA RODOVIA BR-354 COM SAÍDA PARA ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA RUA DEMÉTRIO JAMAL, BAIRRO JARDIM EXPOSIÇÃO 328
FIGURA 132 – RIBEIRÃO DE JOÃO PEDRO, TREVO DA ESTRADA CAXAMBU-BAEPENDI, JARDIM EXPOSIÇÃO 328
FIGURA 133 – ESTRADA VICINAL PARA O MORRO QUEIMADO, PRÓXIMO AO AEROPORTO DE CAXAMBU 329
FIGURA 134 – OCORRÊNCIA DE EVENTOS DE ALAGAMENTOS, ENXURRADAS, INUNDAÇÃO E VENDAVAL NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU, 1991 A 2012 333
FIGURA 135 – BARREIRA DE CONTENÇÃO DO ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA CONTROLE DA EROSÃO DE TALUDE À JUSANTE, AVENIDA JOAQUIM PEREIRA, BAIRRO BELVEDERE 336
FIGURA 136 – TALUDE EXPOSTO COM EVIDENTE PROCESSO EROSIVO, AVENIDA GETÚLIO VARGAS, BAIRRO CENTRO (DESLIZAMENTO OCORREU DE TERRA EM MEADOS DE 2019/2020) 337
FIGURA 137 – RISCO GEOTÉCNICO, AVENIDA ANTÔNIO FERREIRA DA SILVA, BAIRRO CAXAMBU VELHO, 2011 338
FIGURA 138 – VOÇOROCA ENTRE OS BAIRROS JARDIM ALVORADA E PADRE LEO 339
FIGURA 139 – TIPOS DE DRENAGEM URBANA NO ESTADO DE MINAS GERAIS E NO BRASIL, 2018 347
FIGURA 140 – COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RELATIVOS À COLETA CONVENCIONAL EM ÁREA URBANA DE CAXAMBU 359
FIGURA 141 – COLETA CONVENCIONAL, BAIRRO SANTA CRUZ 361
FIGURA 142 – PONTO DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, BAIRRO BOSQUE 362
FIGURA 143 – PONTO DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, BAIRRO MONJOLINHO 362
FIGURA 144 – DEPÓSITO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS* E RESÍDUOS VERDES FORA DO HORÁRIO DA COLETA CONVENCIONAL, RUA DR. ENOUT COM AVENIDA GOVERNADOR MAGALHÃES PINTO 363
FIGURA 145 – SINAIS DE QUEIMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS, BAIRRO CAMPO DO MEIO 364
FIGURA 146 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, ESTRADA VICINAL PARA O MOMBAÇA 364
FIGURA 147 – CAMINHÃO DA COLETA SELETIVA DE RECICLÁVEIS SAINDO DA UNIDADE DE TRIAGEM PARA REALIZAR OUTRA ROTA DE COLETA 366
FIGURA 148 – ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS PARA COLETA SELETIVA EM DOMICÍLIO DA RUA FELIPE ANTÔNIO DE MIRANDA, BAIRRO ALTO SANTA CRUZ 366
FIGURA 149 – SITUAÇÃO DO PONTO DE COLETA APÓS COLETA SELETIVA DE RECICLÁVEIS, BAIRRO OBSERVATÓRIO 367
FIGURA 150 – ENTRADA DA UNIDADE DE TRIAGEM DE RECICLÁVEIS DE CAXAMBU 371

FIGURA 151 – DEPENDÊNCIAS DE APOIO À ALIMENTAÇÃO, DESCANSO E HIGIENE PESSOAL DA UNIDADE DE TRIAGEM DE RECICLÁVEIS DE CAXAMBU 371
FIGURA 152 – BALANÇA PARA PESAGEM DOS MATERIAIS TRIADOS NA UNIDADE DE TRIAGEM DE CAXAMBU 372
FIGURA 153 – MATERIAL DESCARREGADO PELO CAMINHÃO DA COLETA SELETIVA NA UNIDADE DE TRIAGEM 372
FIGURA 154 – MATERIAIS TRIADOS PELA ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DE CAXAMBU 373
FIGURA 155 – ACONDICIONAMENTO DE REJEITOS DA UNIDADE DE TRIAGEM DE RECICLÁVEIS DE CAXAMBU 373
FIGURA 156 – CARRINHO DE CATADOR AUTÔNOMO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS, CENTRO 374
FIGURA 157 – VARRIÇÃO NA AVENIDA CAMILO SOARES, CENTRO 376
FIGURA 158 – RUA GUILHERME VILELA GARCIA, BAIRRO SANTA RITA, COM AUSÊNCIA DE ESTRUTURA DE SARJETA E SERVIÇOS PÚBLICOS DE PODA E CAPINA 377
FIGURA 159 – AVENIDA HENRIQUE MONAT COM RESÍDUOS VERDES ESPALHADOS NA CALÇADA, APÓS REALIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE PODA, CAPINA E ROÇAGEM 378
FIGURA 160 – LIXÃO MUNICIPAL DE CAXAMBU 380
FIGURA 161 – DEPENDÊNCIAS DE ESCRITÓRIO, ALIMENTAÇÃO, DESCANSO, E HIGIENE PESSOAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE CAXAMBU 381
FIGURA 162 – PLANILHA* DE REGISTRO DA OPERAÇÃO DO LIXÃO 382
FIGURA 163 – ARMAZENAMENTO DE EMBALAGENS DE CAL HIDRATADA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA, ETA BAEPENDI-CAXAMBU 385
FIGURA 164 – ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE CAXAMBU 386
FIGURA 165 – ÁREA DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL OPERADA PELA PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXAMBU 387
FIGURA 166 – ÁREA DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) DA EMPRESA PRIVADA JCA 388
FIGURA 167 – CURSO D'ÁGUA TANGENCIANDO* A ÁREA DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA JCA 389
FIGURA 168 – ACÚMULO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E VOLUMOSOS NA RODOVIÁRIA DE CAXAMBU 389
FIGURA 169 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA RUA FELIPE ANTÔNIO DE MIRANDA, BAIRRO ALTO SANTA RITA 390
FIGURA 170 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PRÓXIMO À PENITENCIÁRIA 390

FIGURA 171 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, BAIRRO TRANÇADOR 390
FIGURA 172 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL ATRÁS DO CENTRO DE CONVENÇÕES DE CAXAMBU 391
FIGURA 173 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, RUA ALAMEDA DAS ACÁCIAS MIMOSAS, ENTRE VILA VERDE II E VILA VERDE IV 391
FIGURA 174 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ESQUINA DA ESCOLA ESTADUAL CABO LUIZ DE QUEIROZ, VILA VERDE II 392
FIGURA 175 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, BAIRRO VILA VERDE I 392
FIGURA 176 – DESCARTE CLANDESTINO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E VOLUMOSOS PRÓXIMO A DUAS NASCENTES DO RIBEIRÃO DE JOÃO PEDRO, ESTRADA REAL 393
FIGURA 177 – DESCARTE DE RESÍDUO VOLUMOSO NA RUA JOAQUIM AMARO TOBIAS, BAIRRO ALTO SANTA RITA 394
FIGURA 178 – DESCARTE DE RESÍDUOS VOLUMOSOS EM PONTO DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA RODOVIA BR-267, ALTURA DA RUA ANTÔNIO DOS SANTOS FILHO, BAIRRO ALTO SANTA RITA 394
FIGURA 179 – ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS CEMITERIAIS, CEMITÉRIO MUNICIPAL DE CAXAMBU 395
FIGURA 180 – OSSÁRIO PARA DEPÓSITO DE OSSOS RECOLHIDOS NA EXUMAÇÃO DE SEPULTURAS ... 395
FIGURA 181 – RESÍDUOS VERDES ACUMULADOS NO CEMITÉRIO MUNICIPAL PARA POSTERIOR DESTINAÇÃO PELA PREFEITURA MUNICIPAL 396
FIGURA 182 – ÁREA DE TÚMULOS PÚBLICOS DO CEMITÉRIO MUNICIPAL DE CAXAMBU 396
FIGURA 183 – BOLETO DE COBRANÇA DO IMPOSTO PREDIAL E TERRITORIAL URBANO (IPTU) DE CAXAMBU 402

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 5
TABELA 2 – BAIRROS URBANOS QUE COMPÕEM A SEDE DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 11
TABELA 3 – BAIRROS RURAIS QUE COMPÕEM CAXAMBU 13
TABELA 4 – DESCRIÇÃO DAS ÁREAS CORRESPONDENTES A CADA SETOR CENSITÁRIO, SEGUNDO O CENSO DEMOGRÁFICO DO IBGE - 2010 14
TABELA 5 – DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAXAMBU, 2010 16
TABELA 6 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER DO CLIMA TEMPERADO 24
TABELA 7 – HISTÓRICO DOS USOS E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 29
TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVIDADE 50
TABELA 9 – DADOS POPULACIONAIS E TAXA DE CRESCIMENTO 55
TABELA 10 – EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA ETÁRIA 55
TABELA 11 – CONDICIONALIDADES DO BOLSA FAMÍLIA, JULHO DE 2019 58
TABELA 12 – TIPOS DE ESTABELECIMENTOS POR NÍVEL DE ATENÇÃO EM CAXAMBU 58
TABELA 13 – DADOS DA ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA DE CAXAMBU, 2020 62
TABELA 14 – CASOS CONFIRMADOS DE DOENÇAS POR UNIDADE DE SAÚDE DE NOTIFICAÇÃO E ANO . 64
TABELA 15 – TAXA DE INCIDÊNCIA DE HEPATITE A POR 100.000 HABITANTES 65
TABELA 16 – ÍNDICE PESO X IDADE DE CRIANÇAS ATÉ 2 ANOS E DE CRIANÇAS ENTRE 2 A 5 ANOS 66
TABELA 17 – ÍNDICE ALTURA X IDADE DE CRIANÇAS ATÉ 2 ANOS E DE CRIANÇAS ENTRE 2 A 5 ANOS . 67
TABELA 18 – TIPOS DE MORADIA SEGUNDO A ADEQUAÇÃO 68
TABELA 19 – QUANTIDADE DE DOMICÍLIOS SEGUNDO O TIPO 71
TABELA 20 – CONDIÇÃO DE OCUPAÇÃO DOS DOMICÍLIOS EM CAXAMBU 71
TABELA 21 – NÚMERO DE MORADORES NOS DOMICÍLIOS 71
TABELA 22 – CLASSE DE RENDIMENTO NOMINAL MENSAL DOMICILIAR 72
TABELA 23 – EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SANEAMENTO BÁSICO EM CAXAMBU 73
TABELA 24 – MATRÍCULA INICIAL POR LOCALIZAÇÃO E DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA 88
TABELA 25 – EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM CAXAMBU .. 91
TABELA 26 – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DOS MUNICÍPIOS LIMÍTROFES, 2010 93
TABELA 27 – DESIGUALDADE DE RENDA E MORTALIDADE INFANTIL EM CAXAMBU 94
TABELA 28 – EXISTÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA EM CAXAMBU EM 2010 96
TABELA 29 – MEIOS DE COMUNICAÇÃO PRESENTE NOS DOMICÍLIOS 98
TABELA 30 – MEIOS DE TRANSPORTE PRESENTES NOS DOMICÍLIOS 98
TABELA 31 – PRINCIPAIS FONTES DE POLÍTICAS NACIONAIS COM INTERFACE COM O SANEAMENTO BÁSICO 105
TABELA 32 – LEGISLAÇÃO E INSTRUMENTOS FEDERAIS ASSOCIADOS AO SANEAMENTO BÁSICO 121

TABELA 33 – LEGISLAÇÃO E INSTRUMENTOS FEDERAIS ASSOCIADOS AO SANEAMENTO BÁSICO 124
TABELA 34 – LEGISLAÇÃO E INSTRUMENTOS ESTADUAIS ASSOCIADOS AO SANEAMENTO BÁSICO ... 125
TABELA 35 – LEGISLAÇÃO E INSTRUMENTOS MUNICIPAIS ASSOCIADOS AO SANEAMENTO BÁSICO .. 126
TABELA 36 – ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO 130
TABELA 37 – CONFORMIDADE LEGAL DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO 132
TABELA 38 – REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO 137
TABELA 39 – DETALHAMENTO DOS RECURSOS TRANSFERIDOS 140
TABELA 40 – CARACTERIZAÇÃO DO ATENDIMENTO E DÉFICIT DE ACESSO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA 145
TABELA 41 – RECURSOS HUMANOS DA COPASA QUE ATUAM DIRETAMENTE NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA 151
TABELA 42 – ELEVATÓRIAS E BOOSTERS NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 162
TABELA 43 – RESERVATÓRIOS DE ÁGUA TRATADA NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 163
TABELA 44 – CARACTERIZAÇÃO DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA PERSPECTIVA DA POPULAÇÃO 178
TABELA 45 – CONSUMOS A SEREM OBSERVADOS NO CÁLCULO DA DEMANDA E CAPACIDADE DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 181
TABELA 46 – PARÂMETRO, SIGNIFICADO E UNIDADE PARA DEFINIÇÃO DO CÁLCULO DE DEMANDA DE ÁGUA EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 184
TABELA 47 – VARIÁVEIS PARA CÁLCULO DE DEMANDA DE ÁGUA DOS SISTEMAS COLETIVOS EXISTENTES E PARA COMPARAÇÃO COM A CAPACIDADE INSTALADA DE PRODUÇÃO 185
TABELA 48 – CÁLCULO DAS VAZÕES, VOLUMES E ÍNDICE DE PERDAS DO SISTEMA 186
TABELA 49 – RESULTADO DA DEMANDA PARA O SISTEMA COLETIVO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE 186
TABELA 50 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DO PROJETO ÁGUAS DE MINAS NO RIO BAEPENDI 192
TABELA 51 – CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) 192
TABELA 52 – CLASSIFICAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS (CT) 192
TABELA 53 – QUALIDADES E VULNERABILIDADES DOS AQUÍFEROS EXISTENTES NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 195
TABELA 54 – PADRÕES ESTABELECIDOS NA PORTARIA MS 05/2017, ANEXO XX 197
TABELA 55 – ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA, NO PERÍODO DE 01/2019 A 03/2020 199
TABELA 56 – NÚMERO MÍNIMO MENSAL DE AMOSTRAS ANALISADAS PARA OS PARÂMETROS CLORO RESIDUAL LIVRE, TURBIDEZ, COLIFORMES TOTAIS/ *ESCHERICHIA COLI* SEGUNDO FAIXA POPULACIONAL DO MUNICÍPIO, COM DESTAQUE PARA A FAIXA EM QUE SE ENQUADRA O MUNICÍPIO DE CAXAMBU ... 200
TABELA 57 – NÚMERO MÍNIMO MENSAL DE AMOSTRAS ANALISADAS PARA O PARÂMETRO FLUORETO SEGUNDO A FAIXA POPULACIONAL DO MUNICÍPIO, COM DESTAQUE PARA A FAIXA EM QUE SE ENQUADRA O MUNICÍPIO DE CAXAMBU 200

TABELA 58 – CARACTERÍSTICAS DOS MANANCIAIS SUPERFICIAIS PRESENTES NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 202
TABELA 59 – CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE AQUÍFEROS EXISTENTES NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 205
TABELA 60 – INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE CAXAMBU 208
TABELA 61 – INDICADORES DE PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA COMPARAÇÃO ENTRE MUNICÍPIOS E MÉDIAS ESTADUAL E NACIONAL 211
TABELA 62 – FRAGILIDADES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CAXAMBU 213
TABELA 63 – POTENCIALIDADES DO SISTEMA DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU 214
TABELA 64 – CARACTERIZAÇÃO DO ATENDIMENTO E DÉFICIT DE ACESSO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA 219
TABELA 65 – INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A REDE COLETORA DE ESGOTOS 221
TABELA 66 – INFORMAÇÕES DA ETE CAXAMBU 222
TABELA 67 – CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA ÁREA RURAL SEGUNDO PERCEPÇÃO DOS MORADORES 234
TABELA 68 – INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CAXAMBU 242
TABELA 69 – COMPARATIVO DE INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ENTRE MUNICÍPIOS E MÉDIAS ESTADUAL E NACIONAL, 2018 248
TABELA 70 – DEFICIÊNCIAS NO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 250
TABELA 71 – POTENCIALIDADES DO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 250
TABELA 72 – PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES E PLANOS QUE APRESENTAM INFORMAÇÕES RELACIONADAS AO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS 257
TABELA 73 – RELAÇÃO DE BAIRROS COM CONTRIBUIÇÃO DE DRENAGEM PLUVIAL POR CURSO D'ÁGUA, NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO BENGO 273
TABELA 74 – RELAÇÃO DE NASCENTES POR CURSO D'ÁGUA DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DE JOÃO PEDRO 309
TABELA 75 – RELAÇÃO DE BAIRROS COM CONTRIBUIÇÃO DE DRENAGEM PLUVIAL POR CURSO D'ÁGUA, NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DE JOÃO PEDRO 309
TABELA 76 – RELAÇÃO DE BAIRROS URBANOS E LOCAIS COM EFEITOS DE AÇÃO PLUVIAL POR MICROBACIA HIDROGRÁFICA DE CAXAMBU 335
TABELA 77 – INDICADORES DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS) UTILIZADOS PARA CARACTERIZAR O SERVIÇO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE CAXAMBU 343
TABELA 78 – COMPARATIVO DOS INDICADORES DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DOS MUNICÍPIOS CAXAMBU, BAEPENDI E CAMPANHA, ANO 2018 345
TABELA 79 – CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ACORDO COM A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 353

TABELA 80 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO PERICULOSIDADE (LEI FEDERAL Nº 12.305/2010) 355
TABELA 81 – DISTRIBUIÇÃO DE FUNÇÕES E NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS MUNICIPAIS RESPONSÁVEIS PELA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E LIMPEZA PÚBLICA 356
TABELA 82 – CADASTRO DA FROTA DE VEÍCULOS UTILIZADOS NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PELA PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXAMBU 360
TABELA 83 – DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DA ASCAMARC, SEGUNDO RELATOS DE ASSOCIADOS 368
TABELA 84 – RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA 375
TABELA 85 – RELATOS DA POPULAÇÃO ENTREVISTADA COM RELAÇÃO AOS RESÍDUOS SÓLIDOS 399
TABELA 86 – INDICADORES UTILIZADOS PARA CARACTERIZAR O SERVIÇO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU ENTRE 2016 E 2018 404
TABELA 87 – COMPARATIVO DOS INDICADORES DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS) REFERENTE AOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, NOS MUNICÍPIOS DE CAXAMBU, BAEPENDI, CAMPANHA, ITANHANDU 2018 407
TABELA 88 – CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DAS ÁREAS PARA INSTALAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO 413
TABELA 89 – PROBLEMAS E CAUSAS IDENTIFICADAS NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO 415

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACS – Agente Comunitário de Saúde

ANA – Agência Nacional de Águas

Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

Arsae-MG – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

Atlas Brasil – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil

CadÚnico – Cadastro Único para Programas Sociais

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CDH – Conselho de Direitos Humanos

Cedeplar – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional

CEF – Caixa Econômica Federal

Cemig – Companhia Energética de Minas Gerais

CERH – Conselho Estadual de Recursos hídricos

CMDRS – Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável

Cempre – Compromisso Empresarial com a Reciclagem

Cobrade – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres

Codanorte – Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Ambiental Sustentável do Norte de Minas

Codema – Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente

Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente

Copam – Conselho Estadual de Política Ambiental

Cooperativa Eita – Cooperativa de Trabalho em Educação, Informação e Tecnologia para Autogestão

Copasa – Companhia de Água e Esgoto de Minas Gerias

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Cras – Centro de Referência de Assistência Social

CT – Contaminação por Tóxicos

DAP – Declaração de Aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

Diadm – Divisão de Administração

Diesp – Divisão de Engenharia de Saúde Pública

EEE – Estação elevatória de esgoto

EDC – Esgotamento Dinâmico com Coleta

EDT – Esgotamento Dinâmico com Coleta e Tratamento

EJA – Educação de Jovens e Adultos

Emater – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ESF – Estratégia Saúde da Família

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FCP – Fundação Cultural Palmares

Feam – Fundação de Estado de Meio Ambiente

Finisa – Financiamento à Infraestrutura e ao Saneamento

Fiocruz – Fundação Oswaldo Cruz

FGV – Fundação Getulio Vargas

FJP – Fundação João Pinheiro

Funasa – Fundação Nacional de Saúde

FNHIS – Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social

Funai – Fundação Nacional do Índio

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE-Sisema – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais

Ideb – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IEF – Instituto Estadual de Florestas

Igam – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Incra – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia

inPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

IQA – Índice de Qualidade de Água

JQ1 – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos Alto Rio Jequitinhonha

Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MapBiomas – Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil

MC – Ministério da Cidadania

MCidades – Ministério das Cidades

MDE – Modelo Digital de Elevação

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MS – Ministério da Saúde

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NMP – Número mais próvavel

OMS – Organização mundial de saúde

ONG – Organização Não Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PDRH – Plano Diretor de Bacia Hidrográfica

PEA – População Economicamente Ativa

PHIS – Plano de Habitação de Interesse Social

PIB – Produto Interno Bruto

Plansab – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

Pnad – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

Pnea – População Não Economicamente Ativa

PNRA – Programa Nacional de Reforma Agrária

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PSBR – Programa Saneamento Brasil Rural

Pnud – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PPA – Plano Plurianual

PRB – Projetos de Reassentamento de Barragem

Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PSF – Programa Saúde da Família

$Q_{7,10}$ – Vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência

RCC – Resíduos de construção civil

RDO – Resíduos sólidos domiciliares

REE – Resíduo eletroeletrônicos

Rimas – Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas

RPPN – Reservas Particulares do Patrimônio Natural

RPU – Resíduos Públicos

RSD – Resíduos sólidos domiciliares

RSLP – Resíduos sólidos de limpeza pública

RSU – Resíduos sólidos urbanos

RSS – Resíduos de serviços de saúde

RV – Resíduos volumosos

S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SAA – Sistema de abastecimento de água

Save Brasil – Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil

Saduc – Seção de Educação em Saúde Ambiental

Secov – Serviço de Convênios

Semad – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SES-MG – Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais

Sesam – Serviço de Saúde Ambiental

Siab – Sistema de Informação da Atenção Primária

Siagas – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SIG – Sistema de Informação Geográfica

Simisab –Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Siságua – Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

Sisema – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Sisnama – Sistema Nacional do Meio Ambiente

Sisvan – Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional

SMARH - Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SMS – Secretaria Municipal de Saúde

SNHIS – Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social

Snis – Sistema Nacional de Informações em Saneamento

SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

Snuc – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

Suest – Superintendência Estadual da Fundação Nacional de Saúde

Suges – Subsecretaria de Gestão Ambiental e Saneamento

Supram – Superintendência Regional de Meio Ambiente

SUS – Sistema Único de Saúde

TED – Termo de Execução Descentralizada

TR – Termo de Referência

TRT – Termo de Responsabilidade Técnica

UC – Unidade de Conservação

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFV – Universidade Federal de Viçosa

Unesco – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UTS – Unidade de Tratamento Simplificado

Vigiágua – Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

ZHIS – Zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social

1. INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº 11.445/2007, regulamentada pelo Decreto Federal n° 7.217/2010, estabelece que o saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: a) abastecimento de água potável; b) esgotamento sanitário; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e; d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A Lei Federal n° 11.445/2007 ainda normatiza a participação social e o controle social durante o processo de elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico. Neste marco jurídico, o controle social é definido em seu Art. 3° como o "conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico" (BRASIL, 2007; BRASIL, 2010a).

Da mesma maneira, no Art. 26 do Decreto Regulamentador é disposto a necessidade de se ter, no contexto de elaboração de um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), a "ampla participação das comunidades, dos movimentos e das entidades da sociedade civil", visando a divulgação dos estudos realizados, e a realização de consulta ou audiência pública para adquirir sugestões e críticas da população (BRASIL, 2010a). É proporcionada, com isso, uma integração do saber popular com o saber técnico. Assim sendo, a participação social é fundamental para o acesso da sociedade às informações, debates e decisões sobre a prestação dos serviços de saneamento básico de seu município, além de ser uma forma de exercer a cidadania e de promoção da maior adesão dos cidadãos às políticas públicas (CICONELLO, 2007).

Em 2010, a Organização das Nações Unidas (ONU), durante a Assembleia Geral das Nações Unidas, reuniu o Conselho de Direitos Humanos (CDH), que reconheceu o acesso à água e ao esgotamento sanitário como um direito humano "essencial para o pleno gozo da vida e de todos os direitos humanos" (ONU, 2010a, 2010b) tais como direito à saúde, educação, habitação, trabalho, desenvolvimento, entre outros. O reconhecimento do acesso a tais serviços como direito humano, colocou em pauta a necessidade de ações que modifiquem o contexto vulnerável em que se encontram parcela significativa da população mundial (ALBUQUERQUE, 2014).

Segundo Brown e colaboradores (2016), a ausência da participação dos grupos minoritários na tomada de decisão, pode "violar os princípios de igualdade e não discriminação e contribui

para a perpetuação da exclusão social e da pobreza". O envolvimento da população surge como elemento que potencializa as atuações e mobilizações, pois, a partir do momento em que a população tem conhecimento dos seus direitos é mais fácil se organizar e exigir seu cumprimento perante os governantes. Nesse sentido, as abordagens participativas se tornam espaços democráticos ampliando e aumentando a força de ações políticas, tais como: "informação transparente; monitoramento; procedimentos de reclamação; mobilização; negociação e advocacia, que são compatíveis com os princípios dos direitos humanos e são valiosos para a criação de políticas públicas sólidas" (BROWN e colaboradores, 2016, p. 668).

Conforme o Termo de Referência (TR) da Fundação Nacional de Saúde – Funasa (TR Funasa 2018) a elaboração do PMSB inicia-se com a constituição formal, mediante ato público do Poder Executivo Municipal, de dois grupos de trabalho denominados Comitê Executivo e Comitê de Coordenação (FUNASA, 2018). Os Comitês possuem funções complementares uma vez que agregam o conhecimento técnico (Comitê Executivo) com o saber popular (Comitê de Coordenação), possibilitando uma compreensão mais aprofundada e integralizada do saneamento básico no município e suas interfaces com a política, gestão, história, meio ambiente, sociedade e economia (FUNASA, 2018). É importante observar que os Comitês são fundamentais para criação de espaços efetivos de participação e controle social na elaboração do PMSB e sua posterior efetivação como instrumento orientador das políticas públicas de saneamento básico no município.

Ainda conforme o TR da Funasa 2018, o diagnóstico técnico-participativo consiste na base orientadora do Plano Municipal de Saneamento Básico e deve abranger os quatro componentes do saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. Ademais, o diagnóstico técnico-participativo deve consolidar "informações sobre a situação dos serviços segundo indicadores epidemiológicos, de saúde, sociais, ambientais e econômicos, bem como sobre o impacto nas condições de vida da população, além de toda informação correlata de setores que se integram ao saneamento" (FUNASA, 2018, p. 44). Corroborando, o Decreto Federal nº 7.217/2010, em seu Art. 25, inciso I, estabelece que o plano deve conter o "diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores de saúde, epidemiológicos, ambientais, inclusive hidrológicos, e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas" (BRASIL, 2010a).

Nesse contexto, o Produto C corresponde ao diagnóstico técnico-participativo do PMSB, o qual deve contemplar toda área de planejamento do município (área urbana e área rural) e suas especificidades, considerando não só medidas estruturais, mas também medidas estruturantes como as condições de acesso, a qualidade dos serviços prestados e as políticas, planos e legislação municipal vigente (FUNASA, 2018).

Para elaborar o diagnóstico técnico-participativo do PMSB de Caxambu, foi realizada uma extensa pesquisa documental e bibliográfica, com a busca de dados secundários. A pesquisa documental foi realizada por meio do levantamento de dados da Prefeitura Municipal, prestadores de serviços, bibliotecas públicas e Comitês Executivo e de Coordenação. Realizou-se pesquisa documental, ainda, junto às instituições públicas e outras organizações que atuam no município, atores de referência, bem como documentos disponíveis na Internet. Consultaram-se as distintas bases de dados que apresentam informações sobre ou que tenham interface com saneamento no Brasil. A pesquisa bibliográfica subsidiou o angariamento dos dados secundários e sua posterior análise. Todos os dados originados de bases secundárias, coletados para a elaboração desse documento, têm suas respectivas fontes descritas ao serem apresentados. Estas fontes podem ser consultadas por qualquer indivíduo, sendo todas relacionados ao final do documento, no item "Referências", bastando buscar pelo nome desta na listagem.

Em função da situação de emergência em saúde pública pela disseminação da Covid-19, decretada em março de 2020, o trabalho de campo foi adiado, tendo ocorrido[2] do 22 a 27 de março de 2021 que contou com a participação da equipe UFMG/Projeto SanBas (Clarissa de Castro Lima Tribst e Iany Cunha Albergaria) e da auxiliar técnica municipal Thaís Santos Branco Dijair. Cabe destacar que a auxiliar técnica passou por um curso de capacitação realizado entre os dias um e três de março de 2021. O curso de capacitação foi realizado na plataforma Jitsi Meet e transmitido ao vivo no Canal do Projeto SanBas na Plataforma YouTube. As gravações ficaram disponíveis para consulta.

[2] Todas as medidas de distanciamento social e cuidados foram seguidos conforme Protocolo de Segurança para Trabalho de Campo elaborado pela equipe do Projeto SanBas/UFMG, em consonância com a Resolução nº 06/2020 da Universidade Federal de Minas Gerais.

Durante o trabalho de campo da equipe foram realizadas visitas técnicas nas estruturas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo de águas pluviais nas áreas urbana e rural do município de Caxambu, além de entrevistas com as lideranças das comunidades por setor de mobilização e representantes governamentais. Cabe reiterar que antes do ingresso à campo a equipe da UFMG/Projeto SanBas, através do trabalho remoto, enviou para a Prefeitura Municipal questionários sobre os serviços de saneamento básico no município, sendo um para cada componente (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e águas pluviais), além de um questionário geral para o titular dos serviços (o município) e um direcionado para a área de saúde no município. Os questionários foram elaborados de modo a possibilitar a escrita do Produto C, buscando coletar informações com maior nível de detalhamento. Por fim, destaca-se que, a auxiliar técnica municipal contratada para atuar no município de Caxambu, foi primordial no planejamento e operacionalização das atividades realizadas em campo. Cabe destacar que os auxiliares técnicos municipais por serem residentes e conhecerem o território, foram os facilitadores da Equipe UFMG/Projeto SanBas durante o trabalho remoto, coletando dados faltantes e preenchendo lacunas para o envio às equipes. Assim sendo, a qualidade presente no Produto C também é reflexo da atuação da auxiliar técnica de Caxambu.

O presente documento apresenta o Produto C do Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxambu, elaborado conforme o TR da Funasa, versão 2018. É um documento de fundamental importância e que balizará todas as próximas etapas do processo de planejamento, bem como representa uma detalhada descrição e análise do panorama do saneamento básico no município.

2. CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO

2.1. Caracterização da área de planejamento

O município de Caxambu localiza-se na mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas, no estado de Minas Gerais, em específico na microrregião de São Lourenço. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Caxambu possui uma extensão territorial equivalente a 100,483 km² e uma densidade demográfica de 19,00 hab/km² a 216,01 hab/km^2. A população total de Caxambu, estimada para 2019, foi de 21.656 habitantes.

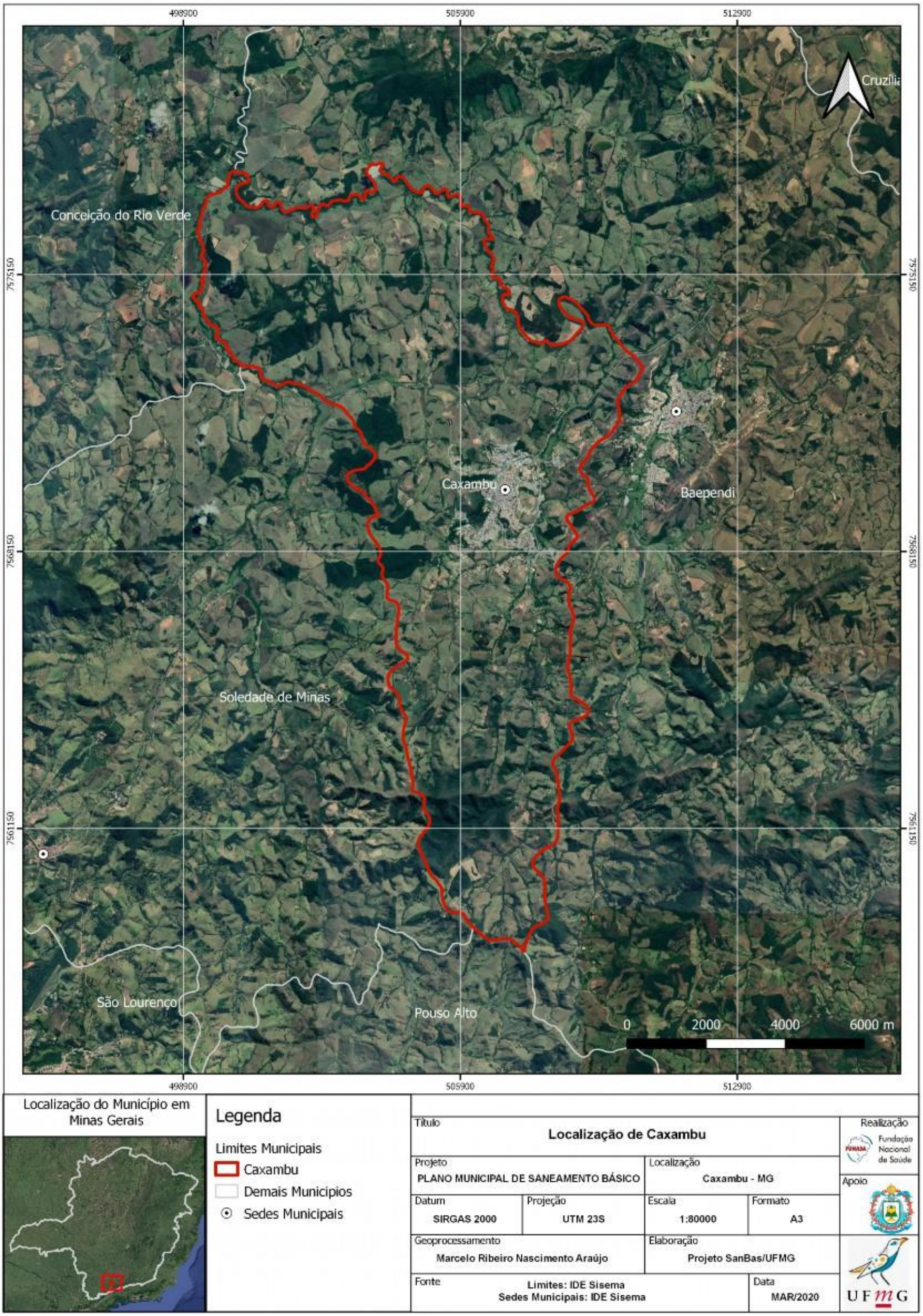
De acordo com o Departamento de Edificações e Rodagem de Minas Gerais (DEER/MG, 2017), o município localiza-se a 348 km de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. A Tabela 1 apresenta a caracterização geral da área de planejamento, incluindo informações referentes às vias de acesso e seus municípios limítrofes.

Tabela 1 – Caracterização geral do município de Caxambu

Mesorregião	Sul e Sudoeste de Minas
Microrregião	São Lourenço
Ano de criação	1901
Extensão territorial	100,483 Km^2
Acessos	BR-381 e BR-116
Municípios limítrofes	**Distância**
Baependi	3,6 km
Pouso Alto	25,9 km
Soledade de Minas	15,3 km
Conceição do Rio Verde	19,6 km

A localização de Caxambu pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 – Localização de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

2.1.1. História e contextualização do município

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a colonização do município de Caxambu iniciou-se em 30 de setembro de 1706, quando Carlos Pedroso da Silveira obteve, junto a seu genro, Francisco Alves Correia, uma sesmaria na região. A princípio a região não se submeteu a um desenvolvimento acelerado. O desenvolvimento da região, porém, intensificou-se com a descoberta de suas fontes de águas minerais, na segunda metade do século XVIII, e em 1814 esta descoberta passou a ser de conhecimento de um público mais amplo. A instalação das primeiras casas nas proximidades dessas fontes de água, ocorreu no ano de 1844 e, ainda nesse ano, foi criada a freguesia de Nossa Senhora dos Remédios de Caxambu. Por fim, em 1875, iniciou-se a exploração das águas de Caxambu (IBGE, 2017).

A respeito da consolidação administrativa do município de Caxambu, destaca-se que, somente em 1901, foram criados o Município e a vila de Caxambu, com território desmembrado de Baependi. De acordo com a divisão administrativa declarada em 31 de julho de 1956, o município de Caxambu é formado, por um distrito, detentor do mesmo nome (IBGE, 2017).

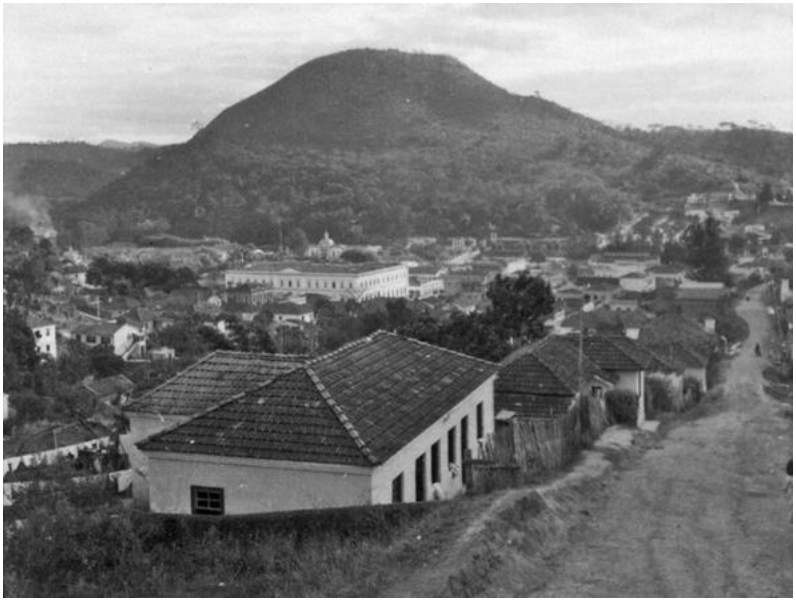
Quanto à origem do nome Caxambu, há diversas derivações. Segundo o IBGE Cidades (2020), para alguns estudiosos, o nome do município origina-se da junção dos termos africanos cacha (tambor) e mumbu (música). Assim, a grafia Cachambu era utilizada como referência ao instrumento em forma de cone truncado, usado pelos africanos em suas danças, e ao próprio batuque das danças. A priori, acredita-se que os escravos vinham de Baependi, município limítrofe de Caxambu, e outras regiões vizinhas, refugiando-se próximo às águas do município para a realização de suas celebrações. *A posteriori*, existe a lenda de que o borbulhamento das águas gerava um murmúrio comparável ao rufar do tambor dos escravos, dando origem ao nome de Caxambu (DESCUBRA CAXAMBU, s.d). Outra explicação refere-se a um específico morro situado na cidade, o qual possui o formato cônico truncado, remetente ao instrumento africano, e configurado como ponto de referência para os roteiros dos bandeirantes na época. Para outros autores, por fim, o nome do município originou-se dos vocábulos brasílicos caa (mato), xa (ver), umbu (riacho), isto é, mato que vê o riacho (DESCUBRA CAXAMBU, s.d).

As mudanças da vista panorâmica de Caxambu ao longo dos anos pode ser visualizada por meio das Figura 2, Figura 3, Figura 4.

Figura 2 – Vista de Caxambu, 1891

Fonte: JUNQUEIRA, 2020

Figura 3 – Vista de Caxambu, 1954



Fonte: IBGE, 2017

Figura 4 – Vista de Caxambu, 2020

Fonte: Projeto SanBas/ UFMG, 2020

Vale ressaltar que o turismo é uma atividade econômica importante para o município de Caxambu em razão da sua estância hidromineral. Nesse aspecto, está localizado no município, o Parque das Águas Lysandro Carneiro Guimarães, considerado a maior estância hidromineral do mundo, sendo, assim, a maior atração turística de Caxambu. Nesse parque, por sua vez, estão presentes 12 fontes de água mineral gasosa, com distintas propriedades químicas medicinais dentre elas, um Gêiser. Além disso, nesse espaço encontra-se um centro hidroterápico, denominado Balneário de Hidroterapia, o qual oferece banhos de imersão em água mineral, piscina de hidroterapia, saunas a vapor e secas, duchas, além de vários tratamentos estéticos (SOUZA, 2014).

Nas Figura 5 e Figura 6 pode-se visualizar e comparar o Parque das Águas de Caxambu, em épocas diferentes. Observa-se, com isso, a consolidação desse ponto turístico ao longo dos anos.

Figura 5 – Antigo Parque das Águas de Caxambu, MG

Fonte: DESCUBRA CAXAMBU, s.d

Figura 6 – Atual Parque das Águas de Caxambu, MG

Fonte: CORREIO DO PAPAGAIO, 2017

É importante destacar que o Balneário de Hidroterapia do Parque das Águas esteve fechado desde 2016 e, desde o ano de 2020, está em processo de reinauguração, o que foi possível devido a ações de restaurações e reformas do Balneário realizadas pela Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE), iniciadas em outubro de 2017. Foram recuperados, desse modo, banheiras de hidromassagem, salas de massagem, banheiro, hall, recepção e telhado. Uma segunda etapa de obras ainda será realizada, a fim de que outros serviços sejam também recuperados, mas sem previsão de início (RODRIGUES, 2020).

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), nesse contexto, é um importante instrumento da política de saneamento, norteador do planejamento municipal, que tem potencial de contribuição para a conservação e a preservação da estância hidromineral de Caxambu, no que se refere à qualidade e à quantidade de suas águas. Assim, a formulação de ações, projetos e programas de restrição do uso do solo, juntamente à implantação e promoção de melhorias de sistemas de saneamento básico adequados no município podem conter a pressão antrópica sobre esses recursos naturais. A elaboração do PMSB, nesse sentido, soma-se a objetivos de desenvolvimento socioeconômico do município, sobretudo de maneira a promover a proteção ao meio ambiente e a promoção da saúde da população caxambuense.

2.1.2. Estrutura territorial do município

A estrutura territorial corresponde ao conjunto de informações sobre a divisão político-administrativa de um local. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município é a menor unidade de hierarquia dentro da organização político-administrativa do Brasil, que compreende ainda os Estados, o Distrito Federal e a União. O município é subdividido em distritos, unidades administrativas internas, com criação disciplinada pelas Constituições Estaduais, que também podem contar, por sua vez, com subdivisões em unidades administrativas denominadas subdistritos, regiões administrativas, zonas ou outra denominação específica (IBGE, 2010), a exemplo de comunidades, localidades e bairros. Ainda segundo o IBGE (2010), o local onde está sediada a autoridade distrital tem a categoria de vila, com exceção do distrito onde se localiza a sede municipal.

No estado de Minas Gerais, a Fundação João Pinheiro (FJP) é a instituição oficial para tratar das linhas divisórias distritais municipais. Segundo a FJP (2020), e baseado na Lei Complementar Estadual nº 37 de 18 de janeiro de 1995, para ser categorizado como distrito, o local precisa ter população com duzentos ou mais eleitores, possuir uma escola pública e ter ao menos 50 domicílios. Após os estudos necessários, realizados pela FJP3, a minuta de lei de criação do distrito deve passar por aprovação na Câmara Municipal e somente após publicação o distrito pode ser considerado oficialmente criado, cabendo à FJP comunicar ao IBGE.

A relação de bairros que compõem a sede municipal é apresentada na Tabela 2 e a relação de bairros rurais pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 2 – Bairros urbanos que compõem a sede do município de Caxambu

Bairro	Distância até o Centro da sede municipal (km)*
Águas Cristalinas	1,74
Alto Santa Rita	1,30
Bosque	0,96
Belvedere	1,27
Cachoeira	1,38
Campo do Meio	3,68

[3] A cartilha com os procedimentos para criação de distritos municipais pode ser consultada nesse link: https://issuu.com/fundacaojoaopinheiro/docs/cartilha

Bairro	Distância até o Centro da sede municipal (km)*
Cascatinha	1,70
Caxambu Velho	1,55
Ferraz Caldas	0,66
Jardim Alice	1,02
Jardim Alvorada	0,74
Jardim das Nações	1,66
Jardim Exposição	1,88
Jardim Imperial	0,62
Jardim Paulo Maia	1,43
Jardim Recreio	1,05
Jardim Talismã	1,86
Jardim Vera Cruz	1,79
Novo Horizonte	1,11
Observatório	0,54
Padre Leo	0,96
Parque dos Ipês	0,49
Santa Cruz	0,53
Santa Rita	1,10
Santa Tereza	1,17
Santa Terezinha	1,02
São Januário	0,80
Sítio Primavera	5,50
Trançador	0,76
Val Paraíso	1,71
Vale das Colinas	1,91
Vila Santo Antônio	1,73
Vila Verde I	1,95
Vila Verde II	2,27
Vila Verde III	2,15
Vila Verde IV	2,27
Vista Alegre	1,16

* As distâncias foram estimadas pela Equipe UFMG/Projeto SanBas com uso de ferramentas do Google Earth, utilizando como referência a localização da Prefeitura Municipal de Caxambu com exceção do bairro Sítio Primavera que foi utilizado como referência o campo do Clube Recreativo Atlético Caxambuense (C.R.A.C).

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Tabela 3 – Bairros rurais que compõem Caxambu

Nome do Bairro	Distância em relação à sede (km)*	Código do setor censitário no qual está inserido (IBGE, 2010)	Situação do setor censitário (IBGE, 2010)	Casas dispersas ou aglomeradas
Bairro da Placa	5,26	311550805000035	8	Disperso
Cabana Real	7,60	311550805000035	8	Disperso
Fazenda Glória	4,50	311550805000035	8	Disperso
Joia	13,00	311550805000034	8	Disperso
Mombaça	4,84	311550805000035	8	Disperso
Monjolinho	3,05	311550805000034	8	Aglomerado
Morro Cavado	10,00	311550805000034	8	Disperso
Morro Queimado	7,94	311550805000034	8	Disperso
Olho D'Água	6,00	311550805000034	8	Disperso
Sítio Laranjeiras	6,99	311550805000035	8	Aglomerado
Sítio Santa Maria	1,52	311550805000034	8	Aglomerado
Volta Grande	2,89	311550805000034	8	Disperso

* As distâncias foram estimadas pela Equipe UFMG/Projeto SanBas com uso de ferramentas do Google Earth, utilizando como referência a localização da Prefeitura Municipal de Caxambu com exceção dos bairros Cabana Real, Fazenda Glória, Jóia, Morro Cavado e Olho D'Água que foi utilizado como referência o campo do Clube Recreativo Atlético Caxambuense (C.R.A.C) .

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Na Tabela 3 é apresentado em qual setor censitário do IBGE cada uma das unidades se encontram localizadas. O setor censitário é a área de trabalho do recenseador, para fins de elaboração dos censos demográficos do IBGE, uma "unidade de controle cadastral formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, cuja dimensão, número de domicílios e de estabelecimentos permitem ao recenseador cumprir suas atividades" (IBGE, 2010b). Cabe destacar que a base de informações do censo demográfico, desagregada a nível de setor censitário, é amplamente utilizada na elaboração e acompanhamento da execução de políticas públicas municipais. No entanto, a compatibilização desta com outras bases de informações é dificultada em razão dos diferentes arranjos usados por elas. Como exemplo, pode ser citada a recorrente incompatibilidade da divisão dos setores censitários com a divisão das microáreas de saúde, organizadas pelas secretarias municipais de saúde para coletas de dados e divisão de trabalho dos agentes comunitários de saúde. Assim, a compatibilização entre essas territorializações deve ser observada pelo município e pelo IBGE, de forma a possibilitar a atualização contínua das informações dos censos demográficos, e até mesmo a contestação de dados destes pelo município, quando for o caso.

Feitas essas considerações, na Tabela 4 é apresentada a descrição das áreas correspondentes a cada setor censitário, agrupados em urbanos e rurais.

Tabela 4 – Descrição das áreas correspondentes a cada setor censitário, segundo o Censo Demográfico do IBGE - 2010

Situação do setor	Setores urbanos
1	Área urbanizada de cidade ou vila: "Áreas legalmente definidas como urbanas e caracterizadas por construções, arruamentos e intensa ocupação humana; áreas afetadas por transformações decorrentes do desenvolvimento urbano e aquelas reservadas à expansão urbana".
2	Área não-urbanizada de cidade ou vila: "Áreas legalmente definidas como urbanas, mas caracterizadas por ocupação predominantemente de caráter rural".
3	Área urbana isolada: "Áreas definidas por lei municipal e separadas da sede municipal ou distrital por área rural ou por outro limite legal".
Situação do setor	**Setores rurais**
4	Aglomerado rural de extensão urbana: "Localidade que tem as características definidoras de Aglomerado Rural e está localizada a menos de 1 Km de distância da área urbana de uma Cidade ou Vila. Constitui simples extensão da área urbana legalmente definida".
5	Aglomerado rural isolado – povoado: "Localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui pelo menos 1 (um) estabelecimento comercial de bens de consumo frequente e 2 (dois) dos seguintes serviços ou equipamentos: 1 (um) estabelecimento de ensino de 1º grau em funcionamento regular, 1 (um) posto de saúde com atendimento regular e 1 (um) templo religioso de qualquer credo. Corresponde a um aglomerado sem caráter privado ou empresarial ou que não está vinculado a um único proprietário do solo, cujos moradores exercem atividades econômicas quer primárias, terciárias ou, mesmo secundárias, na própria localidade ou fora dela".
6	Aglomerado rural isolado – núcleo: "Localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui caráter privado ou empresarial, estando vinculado a um único proprietário do solo (empresas agrícolas, indústrias, usinas, etc.)".
7	Aglomerado rural isolado - outros aglomerados: "são os aglomerados que não dispõem, no todo ou em parte, dos serviços ou equipamentos definidores dos povoados e que não estão vinculados a um único proprietário (empresa agrícola, indústria, usina, entre outros)".
8	Zona rural, exclusive aglomerado rural: são áreas rurais não classificadas como aglomerados.

Fonte: IBGE, 2010b

Segundo observações do IBGE (2010b), em relação às vilas mencionadas no início deste capítulo, nem todas elas, criadas pelas legislações municipais, possuem ocupação urbana, e, na ocorrência desses casos, tais vilas não foram isoladas em setores censitários urbanos no Censo Demográfico 2010.

Essa definição dos conceitos de urbano e rural, sua caracterização e limites territoriais, perpassam e se perpetuam por décadas, tendo sido submetida a diversas mudanças no decorrer dos anos, em decorrência da intensa modificação do uso e ocupação do solo, surgimento de novas tecnologias e da divisão do trabalho. Essa definição pode variar de acordo com alguns

parâmetros adotados. Exemplo disso pode ser observado ao se comparar os conceitos utilizados pelo Programa Nacional de Saneamento Rural - PNSR, que em dezembro de 2019 foi renomeado para Programa Saneamento Brasil Rural - PSBR [4], e pelo IBGE, fazendo com que para cada uma das abordagens ocorram particularidades que devem ser consideradas.

O IBGE considera como rural de um município a área externa ao seu perímetro urbano e que corresponda a setores censitários rurais, muitas vezes considerando como urbano áreas com baixo contingente populacional, revelando assim a fragilidade do conceito político-administrativo utilizado para definir o que é rural. Por outro lado, para elaboração do PSBR, foi constituída uma metodologia para classificação de urbano e rural, que considera a densidade demográfica como um indicador eficiente para ajudar em tal definição, visto que as áreas rurais são menos adensadas que as urbanas. Mas também considera as características de vizinhança, revelando áreas rurais típicas. Para tanto, considera a contiguidade espacial, característica eleita para delinear se a vizinhança das áreas rurais é representada por áreas urbanas ou por outras áreas rurais. A partir desse critério, se definem as zonas rurais como locais de baixa densidade demográfica e que tenham, como setores vizinhos, pelo menos outro setor rural (BRASIL, 2019).

Assim, pela metodologia do PSBR, setores censitários classificados com situação 2 e 3 passam a ser incluídos como setores rurais. Para setores de situação 1 devem ser observados dois critérios para sua classificação: densidade populacional e contiguidade. Assim, o setor de situação 1 também deverá ser considerado rural quando sua densidade for menor que 605 hab/km² e no caso dos setores circunvizinhos a ele serem áreas inabitadas ou considerados rurais (situação 2 a 8). Com isso, os setores censitários propostos pelo Censo Demográfico do IBGE foram redistribuídos.

Ao longo do desenvolvimento do PMSB dar-se-á atenção para o rural como é definido no PSBR, mas ainda assim utilizando de informações coerentes com a definição do IBGE. Para ilustrar essa diferença, a Tabela 5 apresenta os números para a população da área urbana e rural de acordo com cada uma das abordagens.

[4] O Programa Nacional de Saneamento Rural - PNSR, atualmente nomeado como Programa Saneamento Brasil Rural - PSBR, foi aprovado por meio da Portaria do Ministério da Saúde nº 3.174/2019 e elaborado pela Funasa em parceria com a UFMG.

Tabela 5 – Distribuição da população do município de Caxambu, 2010

	PSBR	IBGE
Urbano	93,6%	97,0%
Rural	6,4%	3,0%

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PSBR - Programa Saneamento Brasil Rural.

Fonte: IBGE; PSBR – InfoSanBas, 2020

Como pode ser observado na Tabela 5, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, 97,0% da população de Caxambu encontra-se na área urbana e 3,0% na área rural. Já segundo a classificação do PSBR, 93,6% da população de caxambuense reside na área urbana e 6,4% na área rural, porcentagem inferior à média nacional de 24% (BRASIL, 2019). Dessa forma, nota-se diferença na distribuição da população, conforme redistribuição empregada pela metodologia do PSBR.

2.1.2.1. Ordenamento territorial municipal

A expansão populacional e de atividades em um município afeta de maneira direta a dinâmica do meio e representa um aumento da pressão antrópica sobre os recursos naturais, assim como no aumento da demanda pelos serviços de saneamento básico. Nesse sentido, o zoneamento e o parcelamento do solo tornam-se instrumentos fundamentais para o ordenamento territorial municipal. Estes instrumentos geralmente são definidos no plano diretor municipal e na lei de uso e ocupação do solo. O Plano Diretor está previsto na Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), conhecida como Estatuto da Cidade, sendo exigência para todos os municípios com mais de 20 mil habitantes. Já o parcelamento do solo é uma ferramenta estabelecida pela Lei Federal nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979), que busca organizar o uso e ocupação do solo, tratando de fatores importantes como a definição de uma infraestrutura básica necessária a certos tipos de ocupações e a proibição de loteamentos em áreas consideradas inadequadas, seja pela sua insalubridade, instabilidade, vulnerabilidade ou importância ecológica. No Estado de Minas Gerais, cita-se o Decreto Estadual n° 44.646, de 31 de outubro 2007 para a "aprovação de projetos de loteamentos e desmembramentos de áreas para fins urbanos pelos municípios" (MINAS GERAIS, 2007). Segundo Barreiros e Abiko (1998), "é por meio desse instrumento que o município pode exigir uma distribuição adequada dos lotes, equipamentos e vias públicas, bem como suas respectivas dimensões, taxas de ocupação, áreas para recreação e outros usos comunitários e infraestrutura mínima".

Conforme o zoneamento de Caxambu, disposto na Lei Complementar n° 11/2000, o Município possui Zonas de Interesse Social (ZIS), que correspondem às áreas que, em decorrência de suas características de ocupação, merecem tratamento especial, sobretudo no tocante à implantação de projetos de caráter social. De acordo com o Plano Diretor do Município, essas zonas, por sua vez, equivalem às comunidades de baixa renda, sendo elas: Santa Tereza, Alto Santa Rita e Vila Verde. Acrescenta-se, ainda, que a delimitação de ZIS é de responsabilidade, como exposto no Plano Diretor, da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano ou de entidades representativas de moradores, desde que dotadas de personalidade jurídica regularmente constituída (CAXAMBU, 2005).

Com relação ao PMSB, as Zonas de Interesse Social podem representar áreas de vulnerabilidade em saneamento básico na área urbana e, nesse sentido, o diagnóstico técnico-participativo pode levantar características que sejam indicativas de demandas mais emergentes por saneamento básico do que outras áreas urbanas no município. A análise dessas características, no contexto local, é importante para a programação das ações públicas propostas no PMSB, sendo possível estabelecer priorização de áreas de atuação do poder público municipal e dentre elas as ZIS.

❖ Loteamentos regularizados ou em processo de regularização

Considera-se como loteamentos regulares aqueles aprovados nos órgãos públicos e, portanto, conformes à legislação urbanística municipal e à legislação federal. Em relação à lei federal, destaca-se a Lei Lehmann (Lei Federal nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979), que estabelece que o loteador deve disponibilizar, além do lote (porção de terra com acesso direto ao logradouro público), toda a infraestrutura básica necessária, sendo estes iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

Ressalta-se a necessidade de o município acompanhar a evolução da implementação desses loteamentos, buscando fazer cumprir o disposto na Lei Lehmann e responsabilizando o loteador pela construção da infraestrutura básica. Convém mencionar que, no caso dessa infraestrutura ter de ser assumida, após a implantação do loteamento, pelo prestador do serviço básico (a exemplo da Copasa, no caso de abastecimento de água e esgotamento sanitário, quando for o caso), este deve ser envolvido no acompanhamento, de modo que os

projetos e obras executadas sigam as normativas estabelecidas pelo prestador de serviços e respectivo órgão responsável por sua regulação.

❖ Loteamentos irregulares

Os loteamentos irregulares são aqueles que possuem irregularidades urbanísticas e jurídicas, o que acarreta em dificuldades para seus registros. Dentre as complicações jurídicas têm-se "incorreções no título de propriedade" do terreno (PASTERNAK, 2010, p. 133). Já as irregularidades urbanísticas, de acordo com Pasternak (2010, p. 133) ocorrem quando:

> i) o loteador obtém a aprovação do projeto de loteamento pelos órgãos competentes do município, efetua o registro do loteamento no Cartório de Registro de Imóveis, mas não executa as obras de infraestrutura necessárias que constavam do projeto aprovado;
>
> ii) o loteador não executou vias públicas de circulação e/ou a demarcação de logradouros públicos (implantação de equipamentos urbanos e comunitários e espaços livres de uso público);
>
> iii) o projeto de loteamento foi aprovado pelo poder público, mas a obra não atende ao traçado oficial do loteamento; e
>
> iv) combinações diversas entre esses itens.

Ressalta-se, ainda, que nos locais de irregularidade é predominante a inexistência ou a precariedade dos serviços públicos de saneamento básico, de modo que a população ali residente possui maior exposição a riscos ambientais e sociais (PAZ e colaboradores, 2013). Nesse sentido, ressalta-se que a ausência de acesso aos serviços de saneamento básico nessas regiões é situação incongruente com a Lei Nacional do Saneamento Básico, nº 11.445/2007, a qual estabelece que a universalização dos serviços é um princípio fundamental da área de saneamento no Brasil sendo demandada a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico (BRASIL, 2007). Nesse âmbito, o PMSB funciona como instrumento norteador da caracterização da realidade do município acerca dos serviços prestados e das áreas prioritárias de intervenção, com o intuito de propor, posteriormente, ações, projetos, programas e metas para o alcance da universalização.

Em Caxambu, há loteamentos irregulares localizados no território, conforme informações repassadas:

- Cacilda Marques
- Padre Léo
- Vila Verde I, II, III e IV
- Novo Horizonte
- Ferraz Caldas

- São Januário
- Santa Tereza
- Observatório
- Santa Rita
- Alto Santa Rita
- Trançador
- Campo do Meio
- Caxambu Velho
- Santa Cruz
- Monjolinho
- Bosque
- Vista Alegre
- Alvorada
- Jardim Paulo Maia
- Água Branca
- Umuarama
- Jardim Vera Cruz (parcial)
- Portal de Caxambu

2.1.2.2. Assentamentos

A Organização das Nações Unidas (ONU) define assentamentos informais como áreas residenciais onde (i) os moradores não têm segurança de posse com relação à terra ou moradias que habitam; (ii) os bairros geralmente carecem ou estão isolados dos serviços básicos e da infraestrutura urbana; e (iii) as habitações podem não cumprir com os regulamentos vigentes de planejamento e construção, e muitas vezes estão situadas em áreas geograficamente e ambientalmente perigosas (ONU-HABITAT, 2015).

Dentre as principais causas dos assentamentos informais podem ser citadas: a baixa renda da população, que não tem como arcar com os custos de aquisição de uma moradia; questões socioespaciais; falta de habitação de interesse social; resultados do mercado formal; clientelismo político, pois recorrentemente os políticos prometem escrituras duvidosas de terras públicas, influenciando, assim, assentamentos informais; planejamento impraticável, quando leis e regulamentos de planejamento urbano elitista, com base em normas técnicas impraticáveis, não leva em conta as realidades socioeconômicas que determinam as condições de acesso à terra e à moradia; problemas de gestão urbana, quando a natureza burocrática de sistemas de gestão não envolvem uma participação popular efetiva, fazendo com que o custo e

o tempo necessários para registrar a terra desestimulem a obtenção da segurança jurídica da sua posse; um sistema jurídico disfuncional (FERNANDES, 2011).

Segundo Fernandes (2011), os assentamentos informais englobam muitas dimensões e variações, entre elas:

- Ocupação de terras públicas, comunais e privadas, seguida de autoconstrução (favelas, vilas, cortiços e outros), às vezes em bairros originalmente aprovados;
- Subdivisão não autorizada de terras públicas, comunais ou privadas, seguida pela venda dos lotes individuais e de autoconstrução (loteamentos irregulares, loteamentos clandestinos e outros);
- Subdivisão não autorizada de lotes previamente existentes juridicamente, destinados à construção de edifícios adicionais (casas-de-frente-e-fundo);
- Conjuntos habitacionais irregulares;
- Urbanização e desenvolvimento de áreas definidas como rurais;
- Ocupação generalizada de áreas de proteção ambiental (margens dos rios, encostas, topos de morro e outras áreas destinadas à proteção);
- Ocupação de espaços públicos como ruas, calçadas e viadutos.

Há muitas discussões envolvendo os assentamentos e ocupações, em especial as ocupações urbanas. Segundo Lourenço (2017), "ocupação significa dar utilidade a algo, tornar útil um espaço que está sem uso, que não cumpre a sua função social". Segundo o autor, uma propriedade privada que não atende aos ditames da lei de cumprir sua função social, não pode ser protegida por essa mesma lei, apresentando que "a ação de ocupação de um terreno vago por uma população privada do acesso à moradia faz cumprir um direito constitucional". A ocupação (organizada) é uma ação planejada e estruturada por um ou vários movimentos sociais, com discursos e finalidades que ultrapassam a questão da moradia e pretendem uma oposição política mais ampla. Nesse sentido, diferenciam-se, por exemplo, das favelas e loteamentos periféricos.

Em relação às favelas, na perspectiva desses movimentos classificá-las como ocupações "desqualificariam a construção da legitimidade que almejam para combater a situação ilegal – mas socialmente reconhecida – de reserva de terras ociosas (LOURENÇO, 2017). Já em relação aos loteamentos periféricos, porque estes, embora quase sempre irregulares,

pressupõem a propriedade da terra pelo agente que os promove. Esta propriedade por se dar de duas maneiras: (i) a partir da compra do terreno (informalmente) de um agente loteador privado, cujo objetivo é o lucro imobiliário, não havendo, portanto, nenhuma ação política; (ii) a partir da compra promovida por associações de sem-casa, configurando os chamados loteamentos associativos, quando os futuros moradores compram em conjunto uma gleba rural, fazem o parcelamento, e depois tentam transformá-la formalmente em área urbana, regularizar os lotes e obter os títulos individuais de propriedade. Isso envolve uma mobilização popular, mas de características distintas das ocupações e, sobretudo, sem embate direto com a instituição da propriedade privada da terra (CAMPOS, 2013 *apud* LOURENÇO, 2017).

Um exemplo similar aos assentamentos associativos são os assentamentos rurais da reforma agrária, um conjunto de unidades agrícolas independentes entre si, instaladas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), onde originalmente existia um imóvel rural que pertencia a um único proprietário. Nestes casos, cada uma dessas unidades (chamadas de parcelas, lotes ou glebas) é entregue pelo Incra a uma família sem condições econômicas para adquirir e manter um imóvel rural por outras vias. Os assentados pagam pela terra recebida e se comprometem a morar e explorar o local para seu sustento, utilizando exclusivamente a mão de obra familiar (INCRA, 2020).

Os assentamentos e ocupações se encontram, em sua maioria, privados do acesso a serviços de saneamento básico, como rede geral de abastecimento de água e esgoto, sem coleta domiciliar de resíduos e manejo de águas pluviais, entre outras. Nesse sentido, é papel do PMSB identificar essas áreas, bem como suas carências e necessidades em relação ao saneamento básico, de forma a dar visibilidade a estas.

O Incra apresenta a seguinte caracterização de fases para legalização de assentamentos: 00 - Em Obtenção; 01 - Pré-Projeto de Assentamento; 02 - Assentamento em criação; 03 - Assentamento Criado; 04 - Assentamento em Instalação; 05 - Assentamento em Estruturação; 06 - Assentamento em Consolidação; 07 - Assentamento Consolidado; 08 - Assentamento Cancelado; 09 - Assentamento Revogado.

Em Caxambu, não há registros de assentamentos.

2.1.2.3. Povos indígenas e comunidades tradicionais

Povos e comunidades tradicionais são definidos como (BRASIL, 2007)

> grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição.

Estes grupos começaram a se organizar localmente e, ao tentar emergir da invisibilidade, ações governamentais foram pleiteadas principalmente pela pressão dos movimentos sociais. No ano de 2004, o governo federal criou a Comissão Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (CNPCT), visando implementar uma política nacional dirigida a estes grupos (FILHO, 2014; FELÍCIO e SILVA, 2017).

Em 2007, o Decreto Federal n.º 6.040 instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável e Comunidades Tradicionais (PNPCT) e decretou a CNPCT como responsável por coordenar sua implementação. Atualmente, a CNPCT é denominada como Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais, instituído pelo Decreto Federal n.º 8.750/2016 (BRASIL, 2016). Nele, 29 categorias são representadas: indígenas, quilombolas, povos e comunidades de terreiro e de matriz africana, ciganos, pescadores artesanais, extrativistas costeiros e marinhos, caiçaras, faxinalenses, benzedeiros, ilhéus, raizeiros, geraizeiros, catingueiros, vazanteiros, veredeiros, apanhadores de flores sempre vivas, pantaneiros, morroquianos, povo pomeranos, catadores de mangaba, quebradeiras de coco babaçu, retireiros do Araguaia, comunidades de fundos e fechos de pasto, ribeirinhos, cipozeiros, andirobeiros, caboclos e juventude de povos e comunidades tradicionais.

A partir de 2010, depois de reivindicações de movimentos sociais, o Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) apresenta um cadastramento diferenciado como Grupos Populacionais e Específicos (GPTE). Neste cadastro, as famílias pertencentes aos GPTE estão predominantemente em áreas rurais, onde também são identificadas piores situações de serviços de saneamento básico (FILHO, 2014; CARMO, 2015).

Conforme dados da Fundação Cultural Palmares (FCP) e da Funai, o município de Caxambu não possui comunidades quilombolas e indígenas demarcadas (INFOSABNAS, 2020). Não há, tampouco, comunidades tradicionais.

2.2. Caracterização física

2.2.1. Clima e Meteorologia

O estudo da dinâmica climática a partir de parâmetros como a precipitação (pela análise do regime de chuva) e da temperatura (pela análise de médias sazonais e anuais) fornece informações importantes para a gestão do saneamento básico. O regime de chuvas está relacionado com a frequência de recarga das águas subterrâneas, de alterações naturais na vazão de cursos d'água, e com o escoamento superficial das águas de chuva. Esses efeitos das chuvas no ambiente estão relacionados com a disponibilidade de água para consumo humano, com a definição do uso e ocupação do solo no sentido de se evitar áreas de inundação natural ao longo da calha de rios, com a adoção de técnicas de drenagem para escoamento das águas de chuva na área urbana, com a adoção de estruturas de coleta e tratamento do lixiviado em aterros sanitários, etc. É em função das temperaturas típicas do clima tropical brasileiro que são amplamente adotados, no Brasil, tratamentos biológicos para os esgotos domésticos, já que as temperaturas tropicais favorecem a atuação dos microrganismos na degradação da matéria orgânica presente nos esgotos. Por essas razões, a gestão do saneamento básico deve considerar o monitoramento climatológico e meteorológico em diferentes escalas, sobretudo no âmbito da bacia hidrográfica onde está inserido o município.

A geração de informações sobre clima e meteorologia depende da existência de estações meteorológicas. O Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet possui estações de monitoramento dispersas no território brasileiro. No entanto, nem todo município tem em seu território uma estação meteorológica, como é o caso do município de Caxambu. Nesse contexto, para construção do PMSB de Caxambu, serão utilizados como referência os dados climáticos da estação meteorológica do Inmet instalada no município de São Lourenço, Minas Gerais. Localizada a 19 km em linha reta da sede de Caxambu, a estação de São Lourenço possui altitude de 930 m, sendo a estação mais próxima com altitude de maior semelhança à da sede (904 m). Logo, infere-se que as condições climáticas podem ser equivalentes.

Metodologicamente, o clima pode ser classificado de maneira a orientar o estudo das dinâmicas ambientais do município, baseando-se em fatores como a precipitação, a temperatura, as influências das massas de ar, a cobertura do solo e a localização geográfica, podendo até mesmo usar da inter-relação destes fatores para este fim. Quanto às classificações climáticas, pode-se citar a de Köppen-Geiger, como a principal nessa área. De acordo com

Cardoso, Marcuzzo e Barros (2014), os cientistas responsáveis classificaram o clima da Terra considerando como variáveis principais, a temperatura do ar e a precipitação média das diversas regiões do Globo, assim como a cobertura regional do solo. Segundo Peel, Finlayson e Mcmahon (2007), a classificação climática de Köppen-Geiger é dividida primeiramente em cinco grandes classes, sendo elas: A (Tropical), B (Árido), C (Temperado), D (Frio) e E (Polar). A seguir, na Tabela 6 pode-se observar a classificação climática de Köppen-Geiger para a grande classe C, que, segundo os dados fornecidos pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, é a correspondente ao Município de Caxambu.

Tabela 6 – Classificação Climática de Köppen-Geiger do Clima Temperado

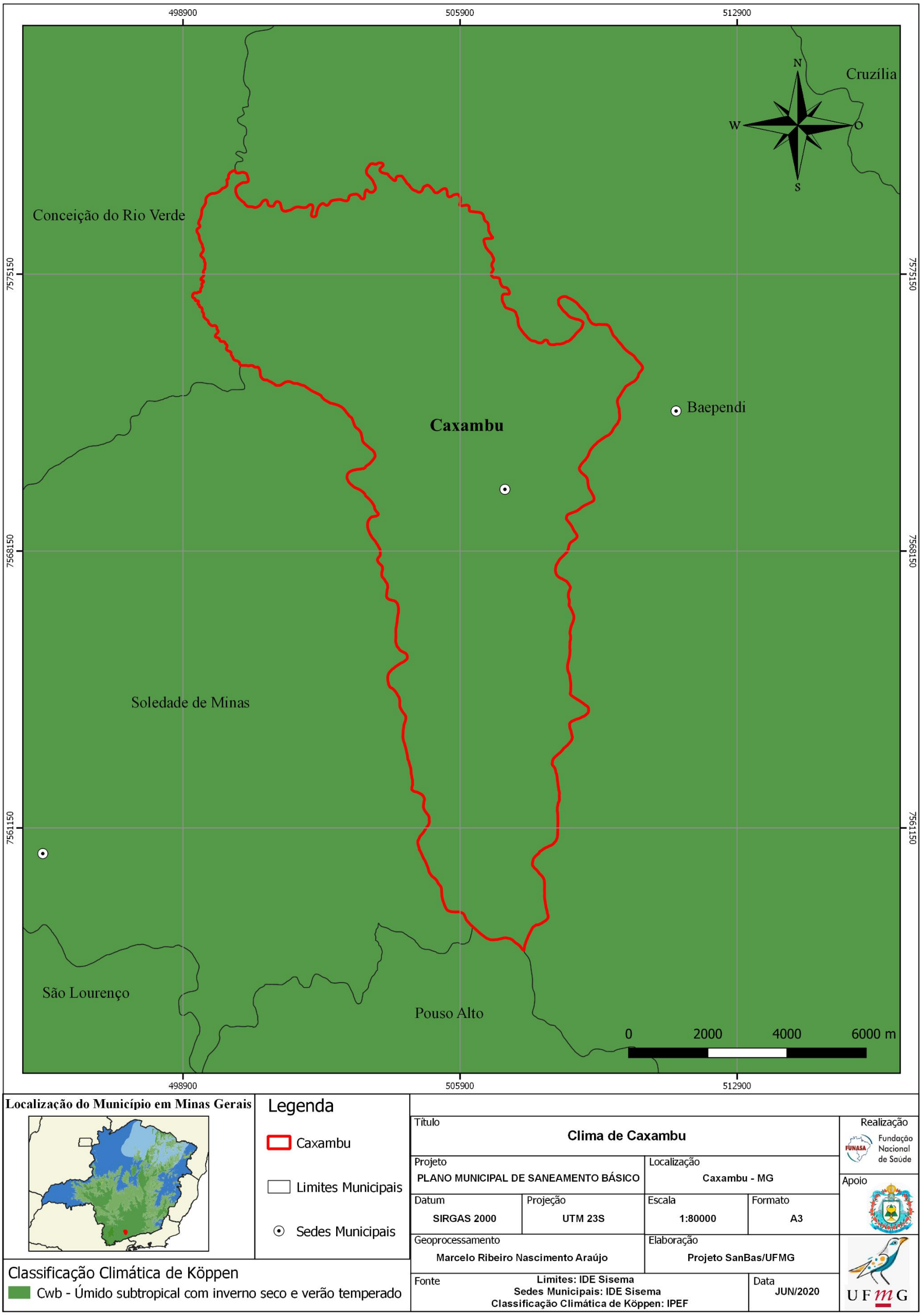
1ª		2ª		3ª	
C	Temperado	s	Verão Seco	a	Verão Quente
				b	Verão Fresco
				c	Verão Frio
		w	Inverno Seco	a	Verão Quente
				b	Verão Fresco
				c	Verão Frio
		f	Sem estação Seca	a	Verão Quente
				b	Verão Fresco
				c	Verão Frio

Fonte: Sampaio et al, 2011

Através de dados da Classificação Climática de Köppen-Geiger, obtidos através do Ipef, e da delimitação e sede dos municípios de Minas Gerais, obtidos no IDE-Sisema, foi gerado o mapa representativo apresentado a seguir (Figura 7).

Neste mapa (Figura 7) pode-se observar que a totalidade do território do Município, assim como todo o seu entorno, é classificada com o tipo climático Cwb que é definido como subtropical de altitude e, como observado na Tabela 6, se refere a um clima temperado, com inverno seco e verão fresco.

Figura 7 – Mapa de Caxambu Segundo a Classificação Climática de Köppen-Geiger

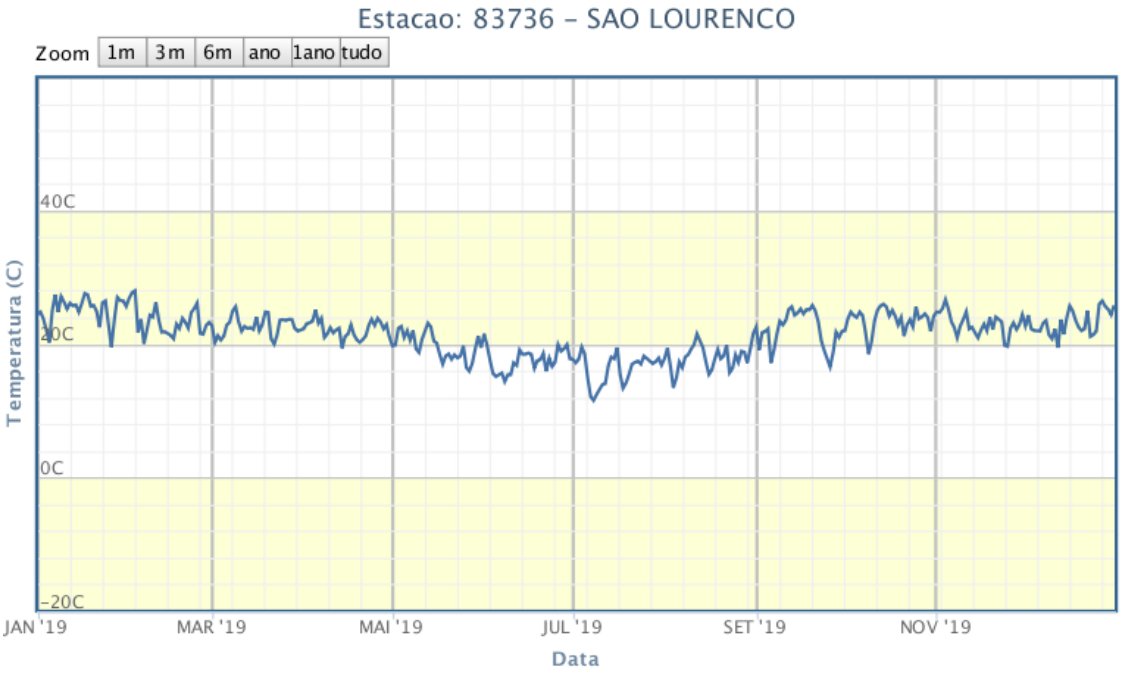


Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

2.2.1.1. Temperatura

Observando a distribuição de temperaturas referentes à estação de São Lourenço no ano de 2019, Figura 8, percebe-se que a média de temperaturas é próxima de 20ºC. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, atingindo valores máximos entre 26 e 28ºC, onde a máxima (28°C) se deu no mês de fevereiro. Já nos meses de junho, julho e agosto são observadas as temperaturas médias mais baixas, atingindo valores mínimos entre 12 e 14°C, sendo a temperatura mais baixa no mês de julho, quando foi registrado 12ºC.

Figura 8 – Temperatura Média Anual

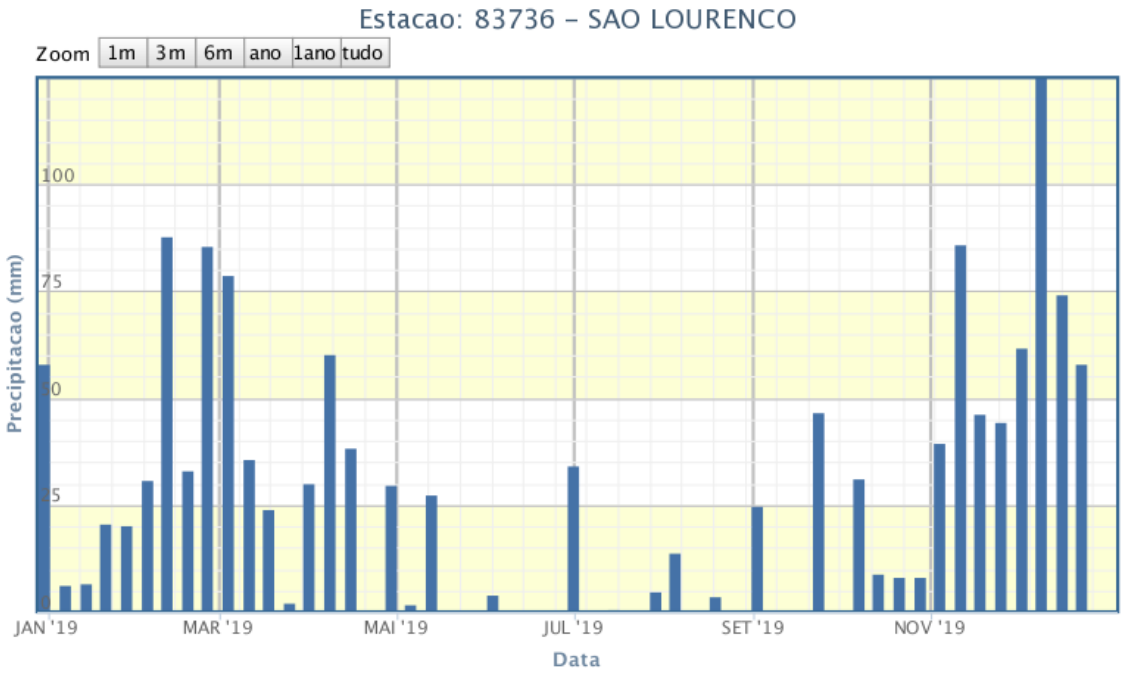


Fonte: Inmet, 2019

2.2.1.2. Precipitação

Conforme observado na Figura 9, o período mais chuvoso se dá entre os meses de novembro à março, atingindo a máxima precipitação acumulada, no período representado, no mês de dezembro, com 137 mm. Os dados de precipitação corroboram com a classificação de Köppen, uma vez que se observa o verão chuvoso e inverno seco, característicos do tipo climático Cwb.

Figura 9 – Precipitação Acumulada



Fonte: Inmet, 2020

Em geral, o clima predominante na área de estudo é o tropical de altitude, caracterizado por ser mesotérmico, úmido, com chuvas torrenciais e chuvas orográficas. Esse clima também apresenta como característica importante a ocorrência de temperaturas amenas com poucas variações, além de chuvas no verão e seca no inverno (Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2013).

2.2.2. Usos e Cobertura da Terra

Para o estudo dos usos e cobertura da terra do município de Caxambu, foram utilizados dados da Plataforma MapBiomas, uma iniciativa do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima, produzida por uma rede colaborativa de co-criadores formada por ONGs, universidades e empresas. No MapBiomas, foram realizados mapeamentos a partir de imagens de satélite em diferentes datas, tornando possível, desta forma, a realização de uma análise histórica dos usos e cobertura da terra no município.

A metodologia utilizada pela plataforma consiste em uma classificação pixel a pixel de imagens de satélite Landsat. As imagens primeiramente são tratadas, visando remover possíveis interferências de nuvens, fumaça e outros artefatos que podem "sujá-las". Para produzir uma imagem limpa, são selecionados os pixels sem nuvem dentre as imagens disponíveis para o período selecionado.

Para criar as classes de uso e cobertura da terra é utilizado um classificador automático chamado de *random forest*. Esse sistema é baseado em aprendizado de máquina: para cada tema a ser classificado, as máquinas são "treinadas" com amostras dos alvos a serem classificados. Estas amostras são obtidas por meio de mapas de referência, geração de mapas de classes estáveis das séries anteriores do MapBiomas e por coleta direta por interpretação visual das imagens *Landsat*. Por exemplo, para que a máquina entenda o que é pastagem, amostra-se pixels que correspondem a áreas de pastagem, e assim, essa informação é utilizada pela máquina para identificar os demais pixels de pastagem na imagem de satélite (MapBiomas, 2020).

Visando ampliar a consistência espacial dos dados, um filtro espacial é aplicado, eliminando pixels isolados ou de borda. É aplicada uma regra de vizinhança que pode levar à alteração da classificação do pixel, de acordo com a característica dos pixels vizinhos. Regras temporais também são aplicadas visando reduzir inconsistência nas mudanças de cobertura e usos não permitidos ou impossíveis. Por exemplo, se uma mesma área em 2010 foi mapeada como floresta natural, em 2015 como não floresta e em 2020 novamente como floresta natural, isso é uma situação de uso impossível, e, portanto, a classificação dessa área deve ser ajustada (MapBiomas, 2020).

Ressalta-se que mesmo com todas essas ferramentas utilizadas para aumentar a consistência, não é possível obter um resultado 100% real, pois existe um erro intrínseco ao método que

deve ser considerado. A metodologia completa e as coleções de mapas encontram-se disponíveis para download no endereço http://mapbiomas.org/.

Feitas essas considerações, são apresentados na Tabela 7 e Figura 10, as alterações ocorridas entre os anos de 1985 a 2018, em relação aos usos e cobertura da terra no município de Caxambu, com base em cinco classes distintas, brevemente descritas a seguir, segundo dados 4.1 do MapBiomas, lançada em março de 2020:

1. Floresta: formação natural de mata atlântica da floresta estacional semidecidual, como será mais bem observado no item seguinte, além de alguns pontos de floresta plantada, que são utilizadas para fins comerciais (como plantações de eucalipto);

2. Formação natural não florestal: campo;

3. Agropecuária: se divide em três partes principais:

   - Pastagem: áreas de pastagem naturais ou plantadas;
   - Agricultura de culturas semi-perenes: áreas cultivadas com cultura de cana de açúcar;
   - Mosaico de agricultura e pastagem: áreas utilizadas para atividades agrícolas e/ou pecuárias.

4. Área não vegetada: áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas como estradas, vias e construções, além de uma área com presença de mineração;

5. Corpo d'água: rios e lagos presentes no município.

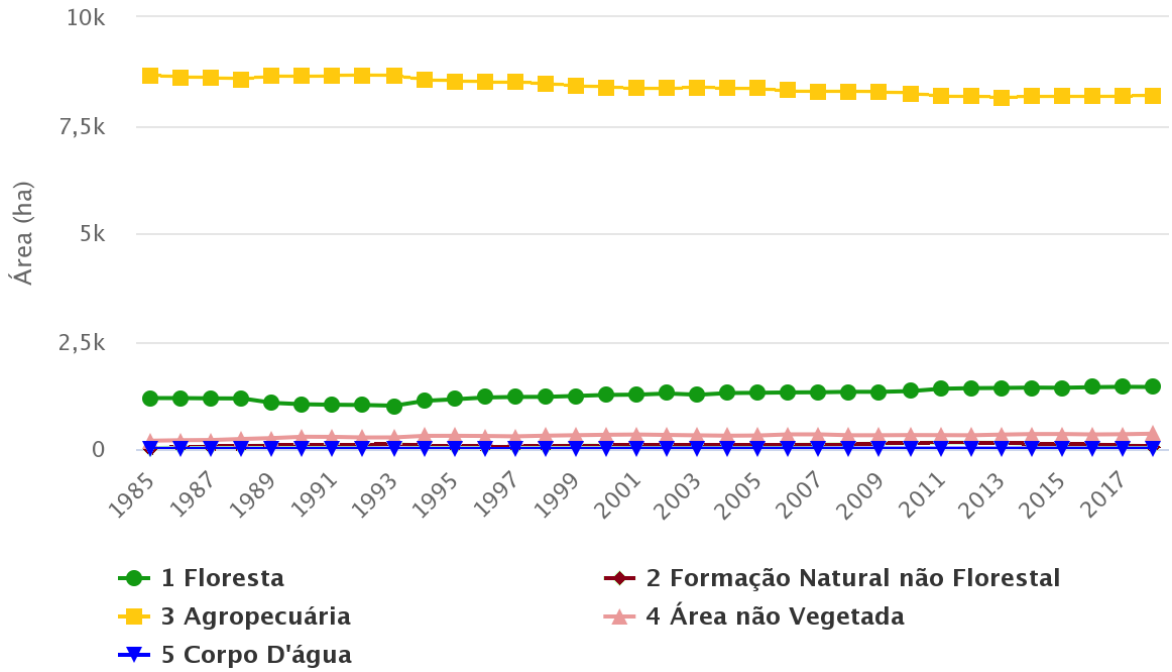
Tabela 7 – Histórico dos usos e cobertura da terra no município de Caxambu

Classes	Floresta		Formação natural não florestal		Agropecuária		Área não vegetada		Corpo d'água	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1985	1.179	11,74	16	0,16	8.657	86,15	193	1,92	4	0,04
1990	1.036	10,31	92	0,92	8.631	85,89	284	2,83	4	0,04
1995	1.153	11,47	60	0,6	8.526	84,84	306	3.05	4	0,04
2000	1.253	12,47	80	0,8	8.381	83,4	331	3,29	4	0,04
2005	1.302	12,96	81	0,81	8.344	83,03	313	3,12	8	0,08
2010	1.341	13,35	136	1,35	8.240	82	323	3,22	8	0,08
2015	1.418	14,12	108	1,07	8.166	81,26	348	3,46	9	0,09
2016	1.432	14,25	104	1,03	8.167	81,27	338	3,36	8	0,08

Classes	Floresta		Formação natural não florestal		Agropecuária		Área não vegetada		Corpo d'água	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
2017	1.440	14,33	84	0,83	8.174	81,34	343	3.41	8	0,08
2018	1.436	14,29	62	0,62	8.186	81,47	355	3,54	8	0,08

Fonte: MapBiomas, 2020

Figura 10 – Evolução dos usos da terra no município de Caxambu



Fonte: MapBiomas, 2020

A partir dos dados apresentados na Tabela 7, observa-se estabilidade no uso e ocupação da terra, com variações não expressivas da mesma no município. Pode-se destacar que, no período entre 1985 e 2018, houve crescimento de 287,06% de áreas de Formação Natural não Florestal e de 84,57% para Áreas não Vegetadas. No mesmo período, áreas destinadas a florestas obtiveram um aumento de 21,76%. Vale ressaltar que a área destinada à agropecuária, que apresenta a maior extensão territorial no município, cerca de 81%, reduz 5,43% no decorrer do tempo, com o pequeno aumento dos demais tipo de uso e ocupação da terra.

Outro aspecto a ser avaliado refere-se ao aumento de áreas ocupadas por corpos d'água no município, podendo essa variação estar associada a expansão da catalogação dos corpos hídricos na região, o que levou ao aumento do conhecimento sobre a quantidade e a área ocupada, redução da seção de escoamento em períodos de estiagem ou mesmo variações

associadas à metodologia de classificação adotada, e não o aumento propriamente da extensão territorial desta classe no município.

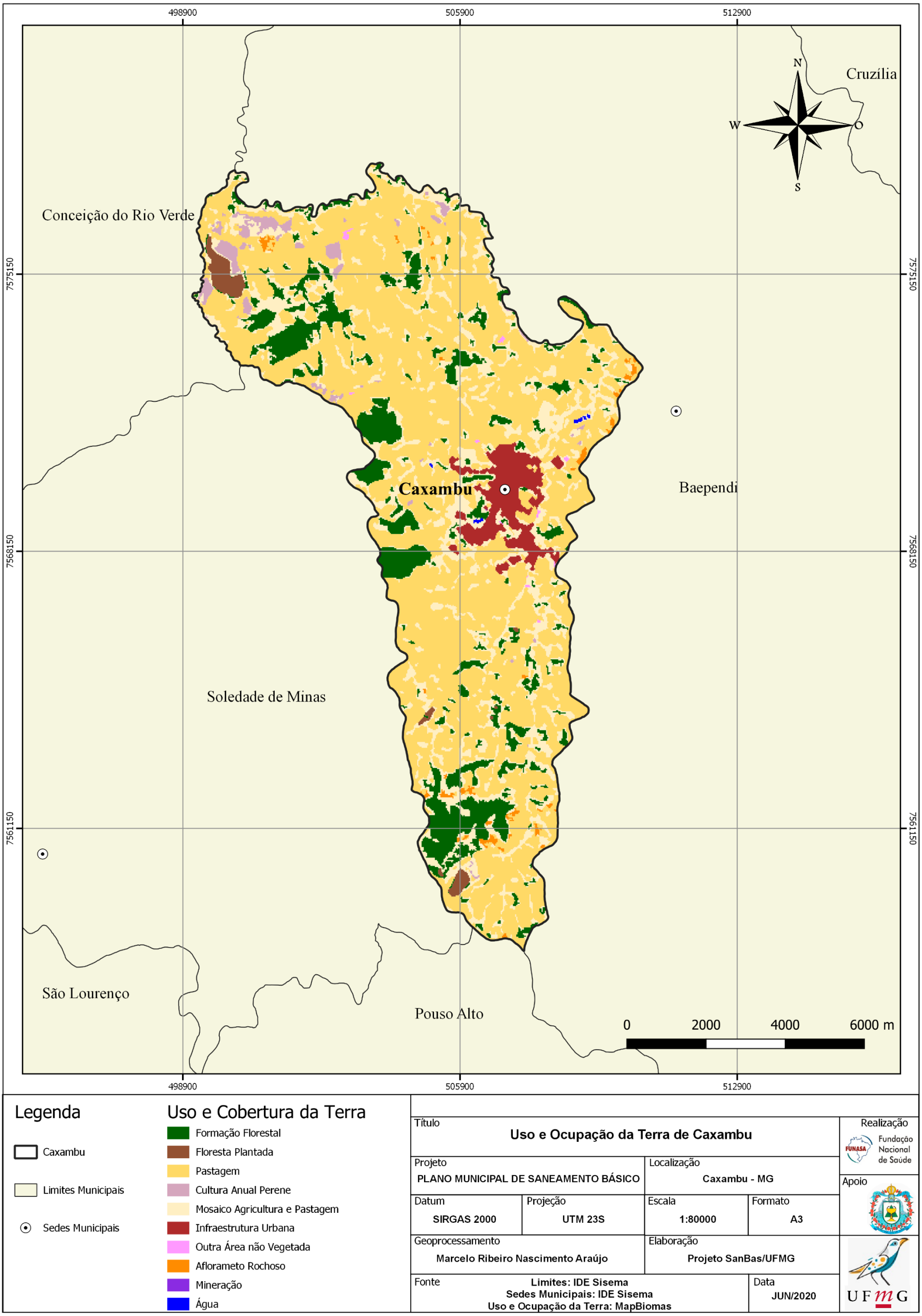
O fato de aproximadamente 81% da extensão territorial do município, considerando o ano de 2018, ser destinada à agropecuária, evidencia diversos problemas ambientais em potencial, que podem vir a se demonstrar preocupantes se não administrados da maneira correta. A prática da pecuária, por exemplo, através do superpastoreio, intensifica a compactação dos solos e a subtração da cobertura vegetal, desta maneira favorecendo tanto o processo de erosão quanto à impermeabilização do solo. Tais efeitos podem vir a afetar os corpos hídricos da região, isto porque há, como um dos efeitos do superpastoreio, um aumento no carreamento de detritos para os cursos d'água, que, combinado com a remoção da mata ciliar, gera o assoreamento dos rios e lagos presentes no município. Além disso, a alta concentração de animais ao redor dos corpos d'água pode causar a contaminação das águas pelas fezes, gerando riscos à saúde humana quando esta água é consumida sem tratamento. Semelhantemente, a agricultura, através de métodos de cultivo inadequados, também é responsável pela geração de impactos ambientais negativos. As práticas incorretas do uso e manejo do solo geram efeitos como a erosão, a compactação e a redução da fertilidade do solo, podendo ainda vir a gerar, em casos mais extremos, a salinização[5] e a desertificação[6] de áreas. Além disso a contaminação por agroquímicos é um risco importante em propriedades agrícolas e tem sido verificado amplamente, o que acarreta impactos negativos à saúde humana diretamente, através do manuseio incorreto dos produtos, e indiretamente, por meio da contaminação dos alimentos e dos corpos hídricos utilizados para o abastecimento da população. Da mesma maneira os agrotóxicos podem vir a contaminar as águas, o ar e o solo, gerando impactos negativos na fauna e na flora locais, visto que essas substâncias apresentam toxicidade aguda e crônica (MMA, 1999).

A partir dos dados da representação dos usos e cobertura dos solos obtidos no MapBiomas, foi confeccionado mapa representativo de tais elementos no município de Caxambu (Figura 11).

[5] O processo de salinização dos solos resulta da associação da formação geológica predominante na paisagem, má distribuição das chuvas, drenagem deficiente e exploração agrícola inadequada, gerando alterações nas características químicas e físicas dos solos e retardando ou impedindo o crescimento das plantas. (PEDROTTI e colaboradores, 2015)

[6] É o conjunto de fenômenos que faz com que determinadas áreas a se transformem em desertos ou a eles se assemelhem. Resultando em mudanças climáticas determinadas por causas naturais ou pela pressão das atividades humanas sobre ecossistemas frágeis. (CONTI, 2009)

Figura 11 – Uso e cobertura da terra no município de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

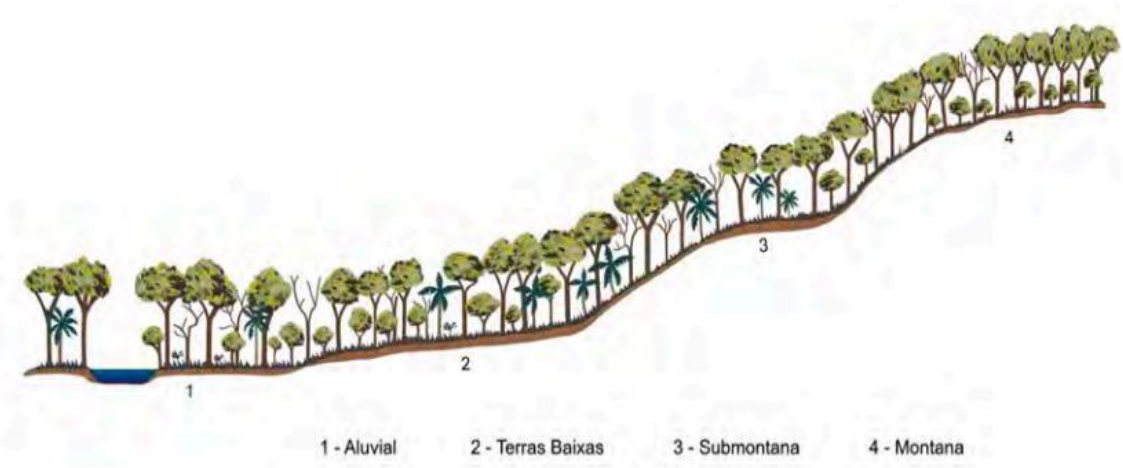
2.2.3. Vegetação

Em relação a vegetação, Caxambu se encontra na região do bioma da Mata Atlântica brasileira. A partir de levantamentos realizados por meio dos dados da coleção 4.1 do MapBiomas, puderam ser identificadas áreas de Formação Florestal no município de Caxambu, conforme Figura 11 apresentada no item anterior. Esta formação e os tipos de vegetação que as constituem foram descritas com base nas legendas disponibilizadas pela plataforma MapBiomas, de acordo com o bioma predominante, detalhado a seguir.

Na região de formações florestais são encontrados tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo, além de florestas estacionais semideciduais. De acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE (1991), pode-se caracterizar a formação florestal de Floresta Estacional Semidecidual Montana, encontrada no território compreendido pelo município de estudo da seguinte maneira:

- Floresta Estacional Semidecidual Montana: Para esta vegetação é estabelecido um conceito ecológico em função da ocorrência de clima estacional que determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal, ou seja, queda parcial da folhagem. Esta cobertura também considera a incidência topográfica, já que é do tipo Montana, e, portanto, se localiza acima de 500 m (Figura 12);

Figura 12 – Perfil esquemático da Floresta Estacional Semidecidual



Fonte: Veloso, Rangel Filho e Lima (1991) apud IBGE, 2012

No âmbito do saneamento, a presença de vegetação nativa desempenha grande importância para a manutenção das soluções sanitárias, uma vez que é responsável por manter o solo a resistência e coesão do solo, visto que a cobertura vegetal oferece um suporte estrutural

através das raízes. Além disso, a vegetação evita o processo de compactação do solo, pois amortece a chuva e evita um contato com maior impacto, o que causa a impermeabilização do mesmo.

Sendo assim, o desmatamento poderia ocasionar consequências tais como inundações e o carreamento de materiais para os rios, que, combinado com a formação de processos erosivos, aumenta a turbidez e causa o assoreamento de cursos d'água. A vegetação também minimiza ou evita a ocorrência de processos de lixiviação[7] do solo, devido às raízes favorecem a retenção de minerais no solo, assim como favorece a recarga dos lençóis freáticos, já que favorece a infiltração e retenção das águas no solo. Desta maneira, ressalta-se a importância da preservação das vegetações para o saneamento.

[7] Segundo Winge (2001), a lixiviação é um processo de extração ou solubilização de compostos químicos presentes no solo através de um fluído percolante. Um solo que sofreu lixiviação tende a ser pobre em sais minerais e nutrientes, essa redução de fertilidade do solo dificulta ou impossibilita o crescimento de plantas.

2.2.4. Geologia e Hidrogeologia

A identificação dos tipos de rochas que ocorrem em cada área do território do município é importante para o planejamento do saneamento básico, uma vez que as rochas são determinantes para formação dos diferentes tipos de solos, bem como interferem no potencial hidrogeológico e na forma dos aquíferos, formações geológicas que armazenam e transmitem volume de água subterrânea passível de ser explorada e explotada[8] (FEITOSA e colaboradores, 2008).

As unidades geológicas são constituídas de rochas com características específicas e que originam solos, sendo estas características determinantes para a circulação de água e resíduos no ambiente. De acordo com o mapeamento realizado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM em 2014, o município de Caxambu é composto pelas seguintes unidades geológicas: Complexo do Mantiqueira, Grupo Andrelândia, Depósito Aluvial e Suíte Intrusiva Alcalina, conforme pode ser observado na Figura 13.

O complexo da Mantiqueira é constituído por ortognaisses bandados, e pertence ao embasamento do Orógeno Araçuaí, que pertence ao período arqueano-paleoproterozoico, apresentando complexos granito-gnáissicos, com sequências metavulcâno-sedimentares e corpos máfico-ultramáficos, com um embasamento cristalino (MACHADO; SILVA, 2010).

O Grupo Andrelândia, segundo Machado e Silva (2010), é representado por uma unidade metassedimentar, constituída por grandes corpos de metassedimentos com rochas vulcânicas associadas, e apresentando ainda rochas granitoides sincolisionais de fusão crustal. No Município ainda são observados outros quatro tipos de formações geológicas, sendo elas:

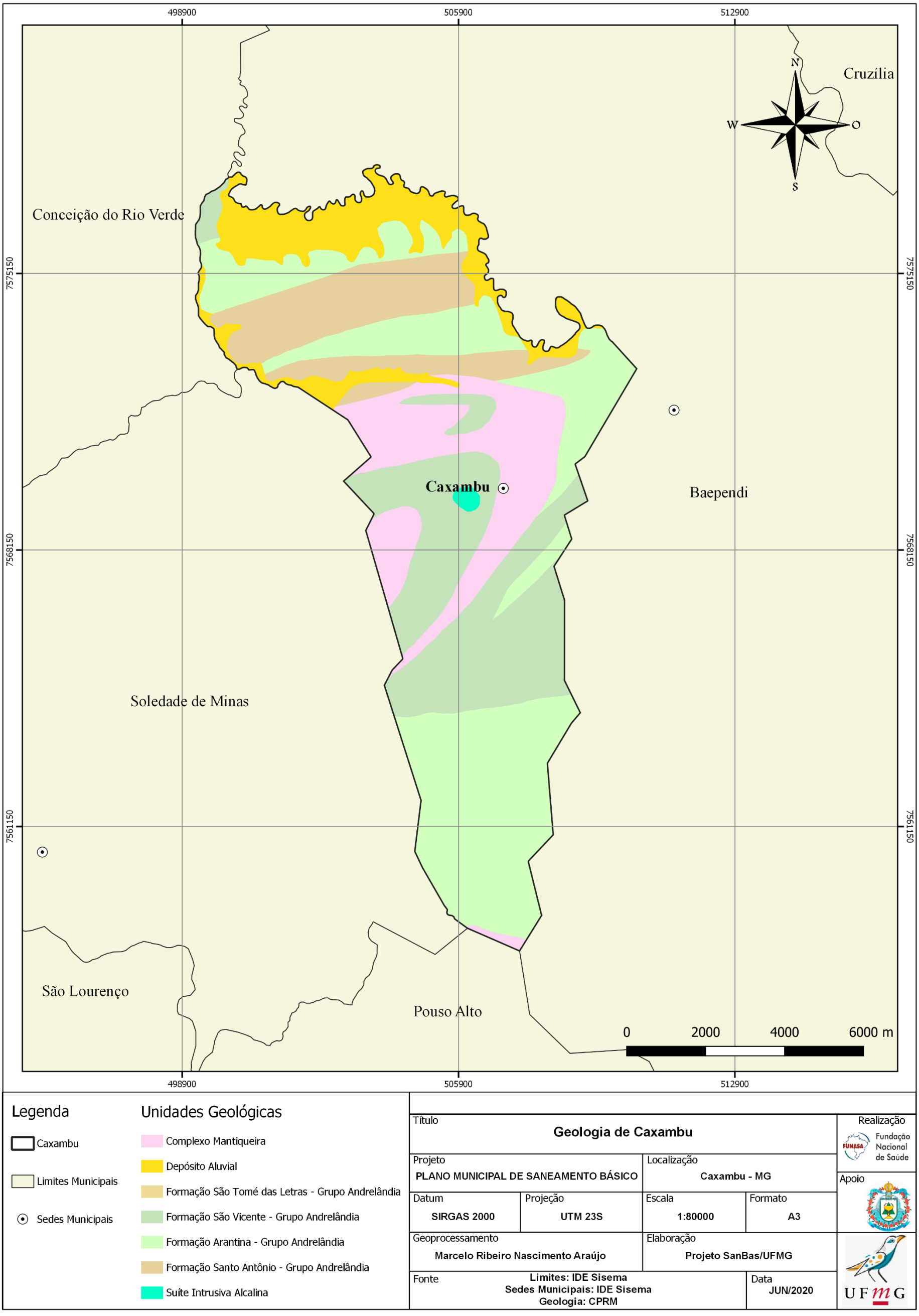
- **Formação São Thomé das Letras:** composta por quartzito;
- **Formação São Vicente:** composta por paragnaisse com intercalações de quartzitos, xisto e anfibolito, localmente migmatítico;
- **Formação Arantina:** composta por biotita xisto-gnaisse, quartzito, anfibolito, calssilicática e metaprecipitados químicos;
- **Formação Santo Antônio:** composta por biotita xisto (metagrauvaca).

[8] O termo explorar se refere a descobrir, pesquisar e estudar um recurso natural, enquanto o termo explotar significa tirar proveito econômico.

A formação de Depósitos aluviais aparece ao norte do Município. Esta formação é composta por sedimentos clásticos e lateríticos ferruginosos, e pertence à classe de sedimentos inconsolidados. Já a Suíte Intrusiva Alcalina é formada por sienitos alcalinos gnaissificados predominantes.

Cada tipo de rocha se comporta de maneira diferente e possui diferente capacidade de armazenar e transportar água dependendo de algumas características como porosidade e permeabilidade. Rochas mais porosas conseguem abrigar um maior volume de água, enquanto rochas mais permeáveis possuem uma capacidade maior de transportá-la (FEITOSA e colaboradores, 2008). Sendo assim, a análise da geologia do município de Caxambu, apresentada na Figura 13, junto à análise da hidrogeologia do município, apresentada na Figura 14, permite a indicação sobre a capacidade de armazenamento de águas subterrâneas no município.

Figura 13 – Geologia de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

A hidrogeologia de uma região corresponde à relação entre a geologia e o ciclo hidrológico, incluindo a água que infiltra nos solos, formando os aquíferos, considerados formações geológicas com capacidade de acumular e transmitir água por seus poros, fissuras ou espaços. Esses fatores são importantes para determinar a disponibilidade hídrica da região, já que nos aquíferos do planeta encontram-se grande parte das águas doces e líquidas, cruciais para o abastecimento de água e a qualidade de vida (HIRATA e colaboradores, 2019).

A partir de dados da geologia local fornecidos pelo CPRM, é possível estabelecer grupos de unidades geológicas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante que agrupados formam domínios hidrogeológicos. Segundo Bomfim (2010), os domínios hidrogeológicos são formados pelo agrupamento de unidades geológicas que apresentam afinidades hidrogeológicas entre si, baseando-se principalmente nas características litológicas das rochas.

Segundo Bomfim (2010), o Brasil é subdividido em sete domínios hidrogeológicos. O Município de Caxambu apresenta em seu território três deles, que podem ser observados na Figura 14. O domínio com a maior extensão de área em Caxambu é o de Metassedimentos/Metavulcânicas, ele ainda apresenta o domínio Cristalino na área central e o domínio de Formações Cenozóicas em uma pequena faixa do extremo norte.

De acordo com Bomfim (2010), os domínios hidrogeológicos presentes no Município podem ser descritos como:

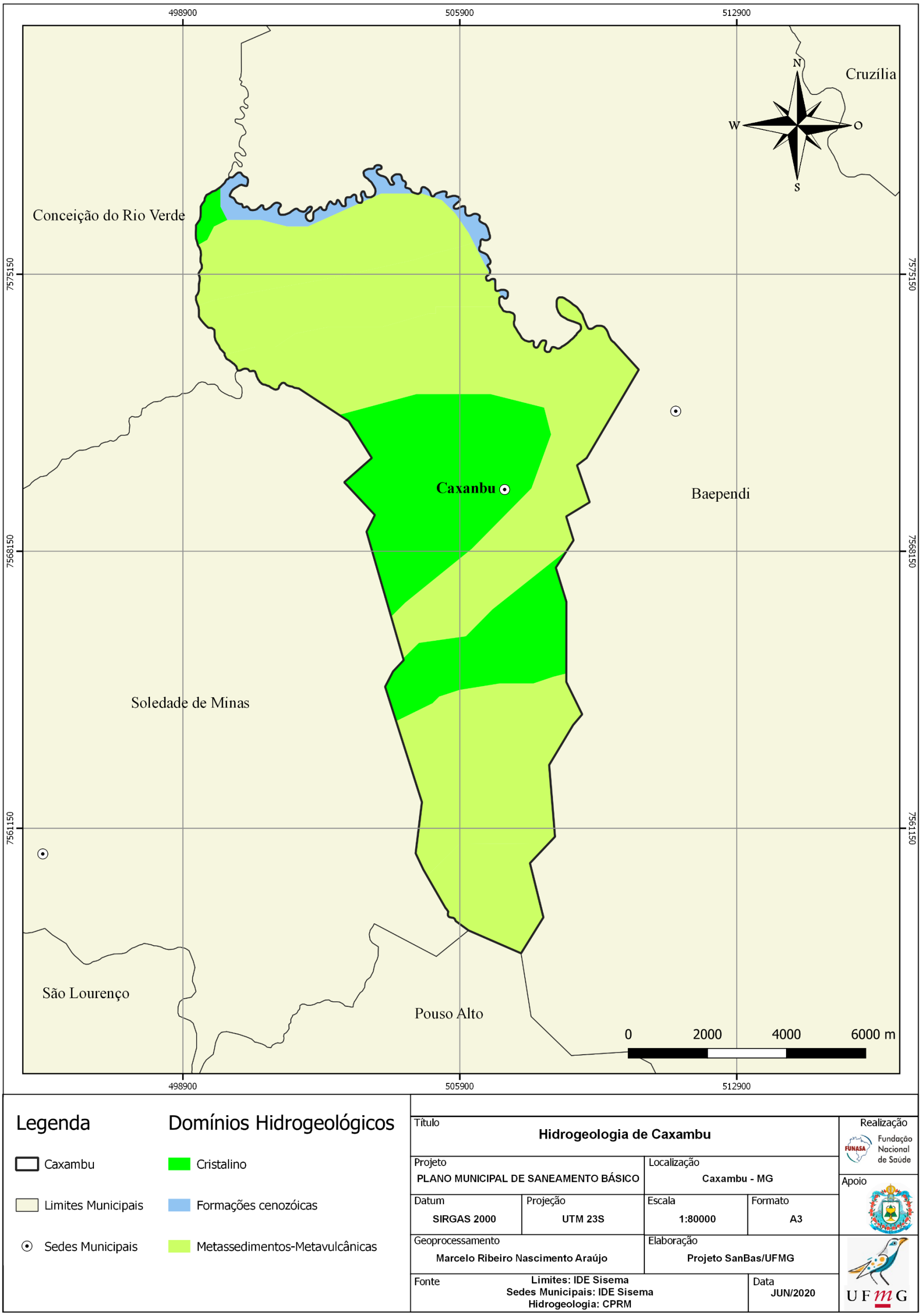
- **Metassedimentos/Metavulcânicas (aquífero fissural):** por quase não existir uma porosidade primária nos tipos de rochas que constituem este domínio, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária, apresentando fraturas e fendas, e assim gerando uma estrutura com reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão, implicando em vazões pequenas nos poços, com água usualmente salinizada. Ainda assim, se espera uma maior potencialidade hidrogeológica por parte deste tipo de aquífero do que para o Cristalino.

- **Cristalino (aquífero fissural):** por este domínio apresentar uma porosidade primária praticamente inexistente, característica decorrente dos tipos de rochas que o constituem, a ocorrência de água subterrânea ocorre predominantemente em razão da porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que gera uma estrutura com reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão,

produzindo baixas vazões em poços e, geralmente, com água salinizada, sendo extremamente similar ao domínio hidrogeológico de Metassedimentos/Metavulcânicas. Porém, dentre todos os aquíferos fissurais, o do domínio Cristalino tende a ser o domínio que apresenta um menor potencial hidrogeológico.

- **Formações Cenozóicas (aquífero poroso):** apresentam uma porosidade primária, com elevada permeabilidade quando nos terrenos arenosos. Elas podem gerar vazões significativas nos poços tubulares perfurados dessas unidades, de acordo com a espessura e da proporção de areia e argila das mesmas. Além disso, é comum que os poços que se localizam neste domínio hidrogeológico, captem água de aquíferos subjacentes. Sendo assim domínio que apresenta o maior potencial para uso em relação à perfuração de poços no Município.

Figura 14 – Hidrogeologia de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

2.2.5. Geomorfologia

A geomorfologia de uma área corresponde à descrição das suas formas de relevo de acordo com sua origem e evolução no decorrer do tempo geológico. Regiões Geomorfológicas agrupam compartimentos litomorfoestruturais que possuem feições semelhantes, assim como suas formações superficiais e fitofisionomias, devido a características de formação comuns conferidas pela ação de fatores climáticos pretéritos e atuais (IBGE, 2009).

O município de Caxambu é dividido em três Regiões Geomorfológicas, como representado na Figura 15. São elas: Formas Agradacionais Atuais e Sub interioranas, presentes em pequenas porções no extremo norte do município; Planalto do Alto Rio Grande, também localizado na região norte de Caxambu; e a Serra da Mantiqueira Setentrional, que representa a maior parte de toda a extensão municipal.

Formas Agradacionais Atuais e Sub Interioranas correspondem a planícies e terraços fluviais, formados a partir de processos de erosão e assoreamento. Já os planaltos, são conjuntos de relevos planos ou dissecados, de altitudes elevadas, limitados, pelo menos em um lado, por superfícies mais baixas, onde os processos de erosão superam os de sedimentação. As serras, por sua vez, constituem relevos acidentados, elaborados em rochas diversas, formando cristas e cumeadas ou as bordas escarpadas de planaltos (IBGE, 2009).

Figura 15 – Geomorfologia do Município de Caxambu

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

2.2.6. Pedologia

A caracterização dos solos e da bacia hidrográfica objetiva a identificação das unidades predominantes na região e a apresentação de informações detalhadas que permitam o conhecimento deste recurso e orientem as formas de manejo mais adequadas. No âmbito do planejamento do município, na perspectiva do saneamento básico, a descrição e análise do tipo de solo são importantes para compreender a dinâmica da água e dos resíduos em função da constituição pedológica da região. Por exemplo, em solos com maior teor de argila teremos menor porosidade e, consequentemente, uma menor infiltração; em solos com muita matéria orgânica em sua constituição haverá maior retenção de metais pesados e agrotóxicos, sendo assim, mais resistentes à contaminação das águas subterrâneas.

A pedologia corresponde a explicação do solo em função de inúmeros fatores, tais como clima, presença de organismos e a topografia do local de sua formação a partir de um sistema de classificação. As formações pedológicas identificadas em Caxambu são: Cambissolo, Gleissolo Melânico e Latossolo Vermelho-Escuro conforme se observa na Figura 16.

- **Cambissolo:** Está presente apenas no extremo sul de Caxambu. Constituem solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente. A pedogênese pouco avançada é evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, com alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos (EMBRAPA, 2018).

- **Gleissolo Melânico:** Ocorre apenas a norte do município de Caxambu. Compreendem solos minerais, hidromórficos, apresentando horizonte glei. Os gleissolos encontram-se permanentemente ou periodicamente saturados por água e caracterizam-se pela forte gleização devido ao ambiente redutor, livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante longo período (EMBRAPA, 2018). Exibe cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas devido à redução e solubilização do ferro. O caráter melânico se dá pela presença de horizonte H hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico (EMBRAPA, 2018).

- **Latossolo Vermelho-Escuro:** É o tipo de solo predominante em toda a extensão do município de Caxambu. São solos de coloração avermelhada, geralmente com grande profundidade, homogêneos, de boa drenagem e quase sempre com baixa fertilidade

natural, sendo necessárias correções químicas para aproveitamento agrícola (IBGE, 2007).

Figura 16 – Pedologia do Município de Caxambu

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

2.2.7. Hidrografia

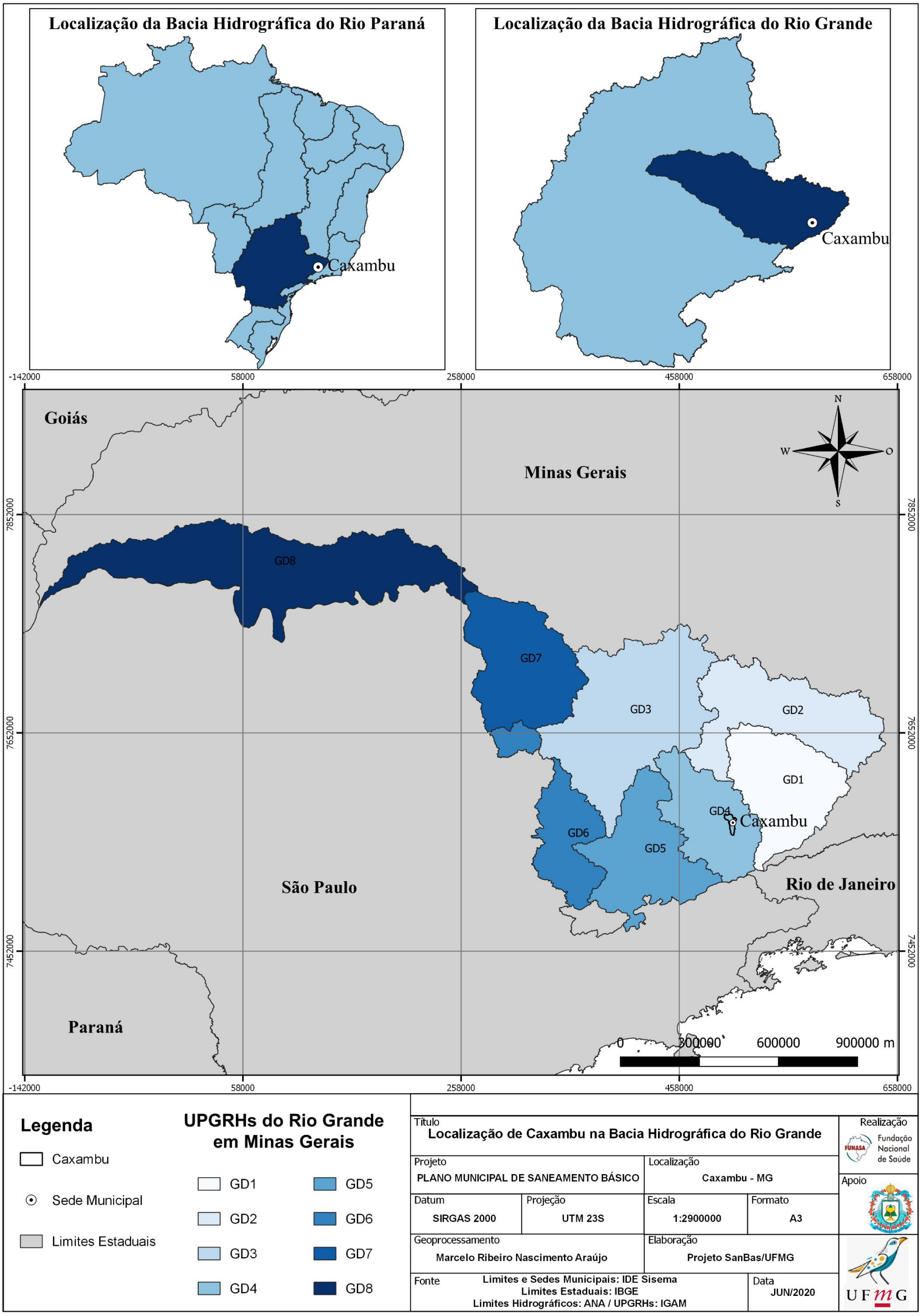
O estudo da hidrografia no âmbito de um PMSB é necessário, pois ela interfere diretamente nas fontes de captação de água da população. Diversas são as fontes de captação de água, entretanto destaca-se principalmente a captação das águas superficiais, em virtude da abundância e da facilidade de acesso quando comparada a outras fontes. A água superficial se produz pelo escoamento gerado a partir das precipitações ou pelo afloramento de águas subterrâneas.

O Município de Caxambu está inserido na bacia hidrográfica do Rio Grande, localizada na porção Sul de Minas Gerais e pertencente a região hidrográfica da Bacia do Paraná, como observado na Figura 17. A bacia do Rio Grande é dividida em 24 Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH), oito delas no estado de Minas Gerais e as outras 16 no estado de São Paulo (ANA, 2017). Caxambu localiza-se na UPGRH GD4 – Sub bacia do rio Verde.

A sub bacia do rio Verde tem uma área de drenagem 6.891,4 Km², correspondendo a 4,25% da área total da bacia do rio Grande. O rio Verde nasce a aproximadamente 2.600 m de altitude, no limite entre os municípios de Passa Quatro e Itanhandu, na vertente ocidental da serra da Mantiqueira (PINTO, 2016).

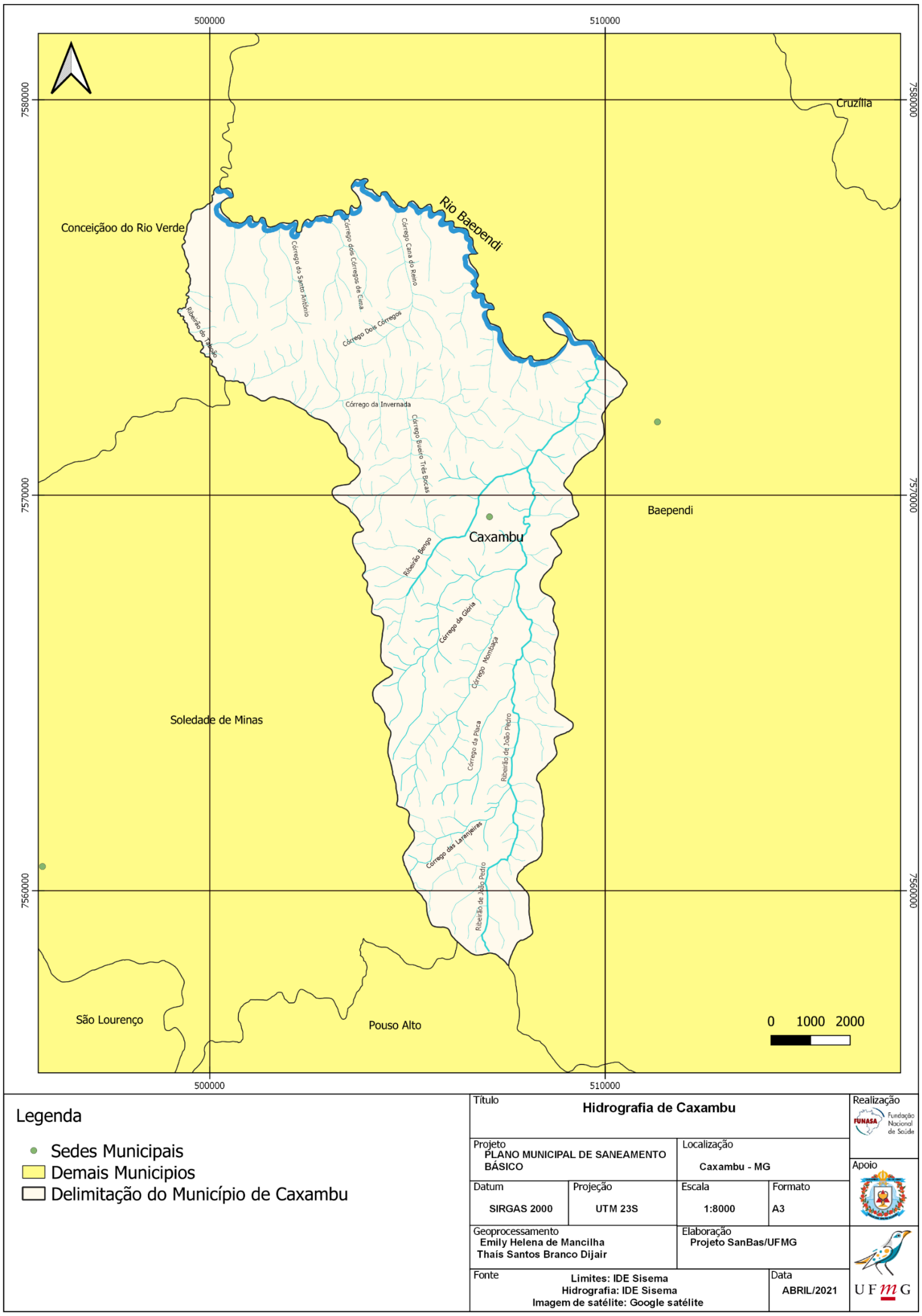
Na Figura 18, observa-se que os principais cursos d'água da região são o Rio Baependi, localizado no limite municipal entre Caxambu e Baependi, além dos ribeirões afluentes do rio Baependi, ribeirão de João Pedro e ribeirão Bengo, que percorre a sede de Caxambu. A sul do município localizam-se os córregos da Cachoeira, do Bengo e Mombaça. Na área norte estão presentes os córregos Santo Antônio, Cana-do-Reino e córrego da Invernada.

Figura 17 – Localização de Caxambu na bacia hidrográfica do rio Grande



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Figura 18 – Hidrografia do município de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

2.2.8. Altimetria

A altimetria corresponde a parte da topografia que trata da técnica utilizada para medir distâncias e ângulos verticais empregados no estudo e representação do relevo, ou seja, a variação de altitude de cada ponto na superfície (CORDINI, 2014).

Para a realização da representação altimétrica do Município de Caxambu foi necessária utilização de Modelos Digitais de Elevação (MDE) que representam as altitudes da superfície topográfica agregada aos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações. Os MDE utilizados foram obtidos pela Missão Topográfica Radar Shuttle, sendo denominados de SRTM, apresentam resoluções espaciais de 90 metros e foram extraídas da plataforma Brasil em Relevo (EMBRAPA, 2020).

Observa-se na Figura 19 que em Caxambu as cotas altimétricas mais elevadas ocorrem a sul do município, estando o ponto mais alto a 1.223 metros de altitude. Já as altitudes mais baixas localizam-se a norte, próximo ao limite com os municípios de Conceição do Rio Verde e Baependi. Coincidem com as áreas das planícies de inundação dos cursos d'água da região e atinge o valor mínimo em 855 metros. A sede do município de Caxambu está localizada a aproximadamente 900 metros de altitude.

De acordo com Höfig e Araujo-Junior (2015), a declividade é a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal, ou seja, a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. Nessa perspectiva, quanto mais inclinada as vertentes, maior será sua declividade. A declividade pode influenciar diretamente na quantidade de radiação solar que chega às diferentes encostas e explicar as diferenças observadas na distribuição e nas propriedades dos solos em encostas (CHAGAS e colaboradores, 2013), no desenvolvimento das redes de drenagem e distribuição do escorrimento superficial que, por sua vez, estão relacionados com as perdas de solo em processos erosivos (HÖFIG e ARAUJO-JUNIOR, 2015). A Embrapa (1979) classifica o revelo característico de acordo com a declividade, como pode ser visualizado na Tabela 8.

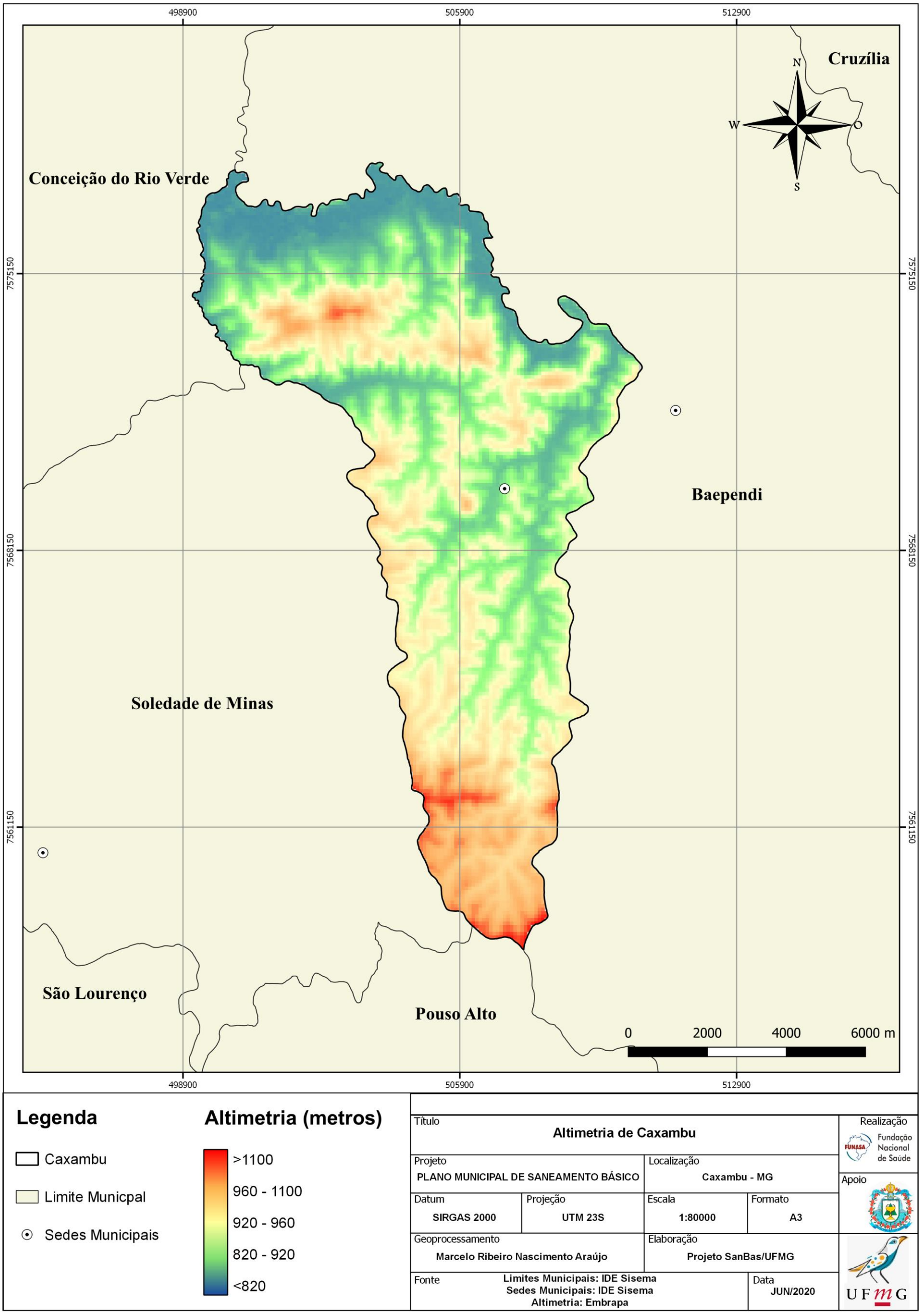
Tabela 8 – Distribuição das classes de declividade

Declividade (%)	Relevo
0 a 3	Plano
3 a 8	Suave Ondulado
8 a 20	Ondulado
20 a 45	Forte Ondulado
45 a 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Fonte: Embrapa, 1979

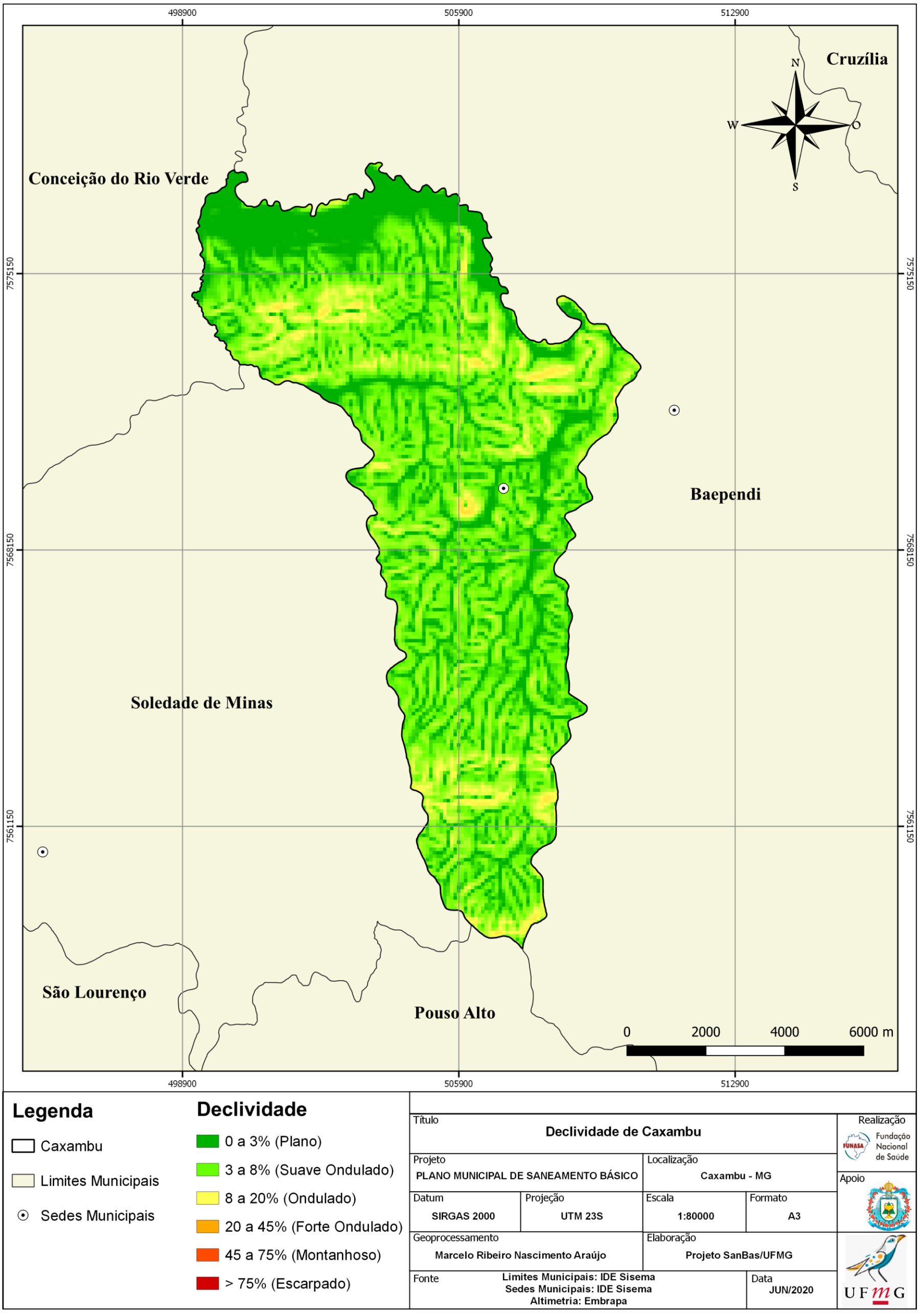
Como pode ser observado na Figura 20, no município de Caxambu as formas de relevo variam de Plano a Ondulado sendo predominante o relevo Suave Ondulado. A norte do município ocorre pontualmente a classe Fortemente Ondulado. As classes de declividade mais altas (> 45%) não ocorrem no município.

Figura 19 – Altimetria do município de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Figura 20 – Declividade do município de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

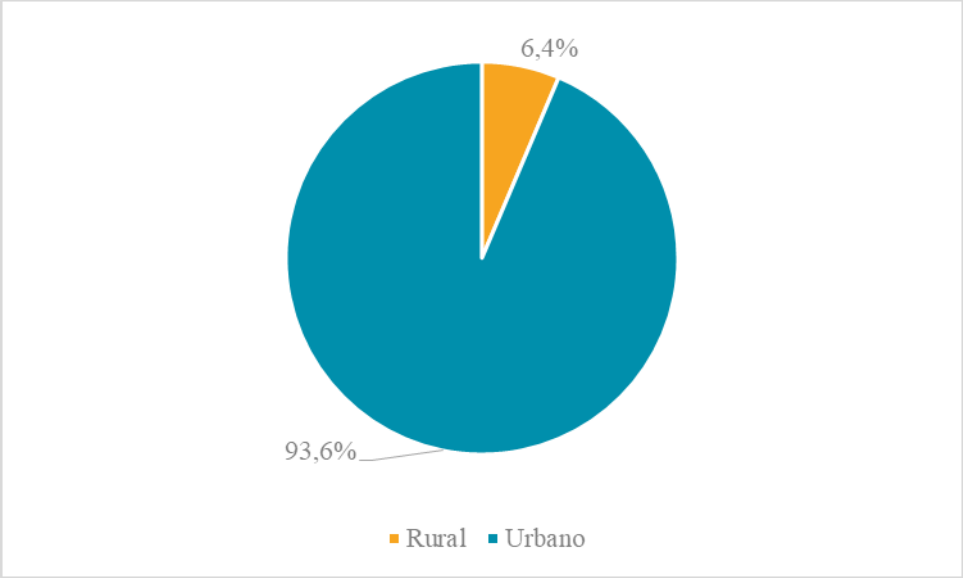
2.3. Caracterização socioeconômica

2.3.1. Perfil demográfico e dinâmica populacional

A análise do perfil demográfico e da dinâmica populacional é um fator relevante ao se pensar a prestação dos serviços de saneamento básico. A distribuição espacial e o ritmo de crescimento da população influenciam diretamente na seleção da solução de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana e do manejo de águas pluviais e da drenagem urbana no município.

Como pode ser observado na Figura 21, a respeito da distribuição da população no território de Caxambu, 93,6% da população reside em áreas urbanas e 6,4% encontra-se na zona rural, porcentagem inferior à média nacional, a qual, segundo o Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR), é de 24% (INFOSANBAS, 2020). Caxambu configura-se, assim, como um município predominantemente urbano.

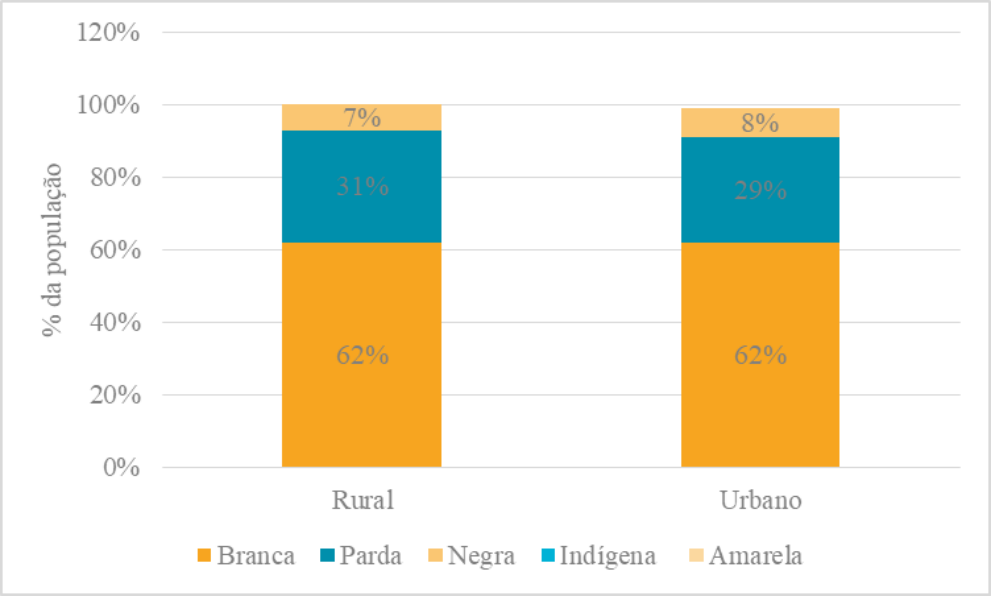
Figura 21 – Distribuição territorial da população de Caxambu



Fonte: InfoSanbas, 2020

Em relação à ocupação territorial da população por raça e cor, Figura 22, o PSBR aponta uma semelhança de distribuição entre os meios rural e urbano, sendo que, em ambos, há um percentual de 62% de pessoas autodeclaradas brancas. No que tange os pardos, há 31% nas áreas rurais e 29% nas urbanas. Somado a isso, 7% da população autodeclarada negra reside no meio rural e 8% na área urbana (INFOSANBAS, 2020).

Figura 22 – Distribuição territorial da população de Caxambu por raça e cor



Fonte: InfoSanbas, 2020

A partir da Tabela 9, apresentada a seguir e construída a partir de dados do IBGE, observa-se que, entre os anos de 1980 e 2000, ocorreu um crescimento populacional em Caxambu. A taxa de crescimento entre esses anos, por sua vez, também aumentou, ou seja, a população do município nesse intervalo de tempo cresceu, assim como o ritmo desse crescimento. Entre os anos 2000 e 2019, todavia, a população total de Caxambu sofreu um decréscimo. Da mesma maneira, a taxa de crescimento nesse período foi negativa. Ao se comparar com a tendência nacional, verifica-se que, entre 1991 a 2000, a taxa no Brasil foi de 1,63%, e de 2000 a 2010 foi de 1,17% (PNUD; FJP; IPEA, 2013). Assim, embora Caxambu assemelhe-se à tendência nacional de redução do ritmo de crescimento populacional com o passar dos anos, sua taxa decai em percentual maior que a média nacional, chegando a um valor negativo. Isso mostra que o número de habitantes no município está reduzindo-se, enquanto, pela média nacional, infere-se a permanência do crescimento populacional, apesar de em menor ritmo.

Além disso, percebe-se uma queda da população rural entre os anos de 1980 e 2000 e um posterior aumento, entre 2000 e 2010. Já em relação à população urbana, verifica-se a situação contrária, isto é, um aumento entre os anos de 1980 a 2000 e uma queda entre 2000 e 2010. Ressalta-se, ainda, que a zona urbana do munícipio teve seu auge de crescimento populacional entre os anos de 1980 e 1991, quando as áreas rurais sofreram o maior êxodo, com uma redução de 4,51% de seus habitantes.

Tabela 9 – Dados populacionais e taxa de crescimento

	População					Taxa de crescimento				
	Urbana	Rural	Total	Residente masculina	Residente feminina	Urbana	Rural	Total	Residente masculina	Residente feminina
1980	16.221	686	16.907	8.361	8.546	-	-	-	-	-
1991	19 055	413	19.468	9.406	10 062	1,47%	-4,51%	1,29%	1,08%	1,50%
2000	21.690	439	22.129	10.761	11.368	1,45%	0,68%	1,43%	1,51%	1,37%
2010	21.252	453	21.705	10.526	11.179	-0,20%	0,31%	-0,19%	-0,22	-0,17%
2019*			21.656					-0,03%		

* Projeção IBGE (2019)

Fonte: Adaptado de IBGE, 1980; 1991; 2000; 2010

A estrutura etária da população de Caxambu está apresentada na Tabela 10. A evolução da estrutura etária no município pode ser observada na Figura 23, Figura 24 e Figura 25, nas quais nota-se o estreitamento da base, em conjunto ao alargamento do topo e do meio da pirâmide.

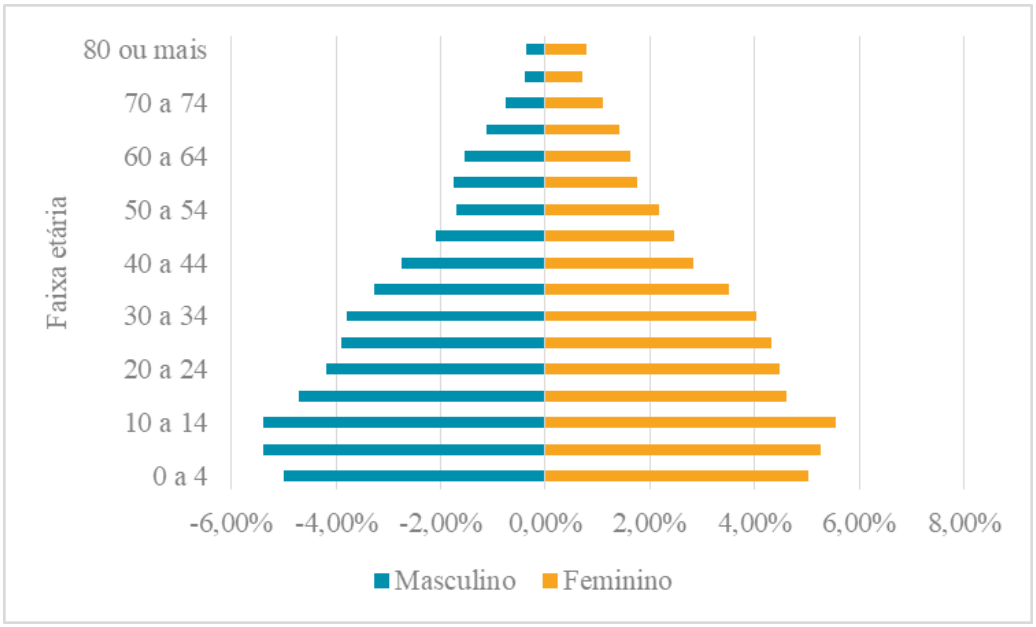
Tabela 10 – Evolução da estrutura etária

	Menos de 15 anos	15 a 64 ano	População de 65 anos ou mais	Taxa de envelhecimento
1980	-	-	-	-
1991	6.199	11.995	1.297	6,65
2000	5.861	14.488	1.780	8,04
2010	4.546	14.762	2.397	11,04
2018*	-	-	-	-

Fonte: Atlas Brasil, 2013

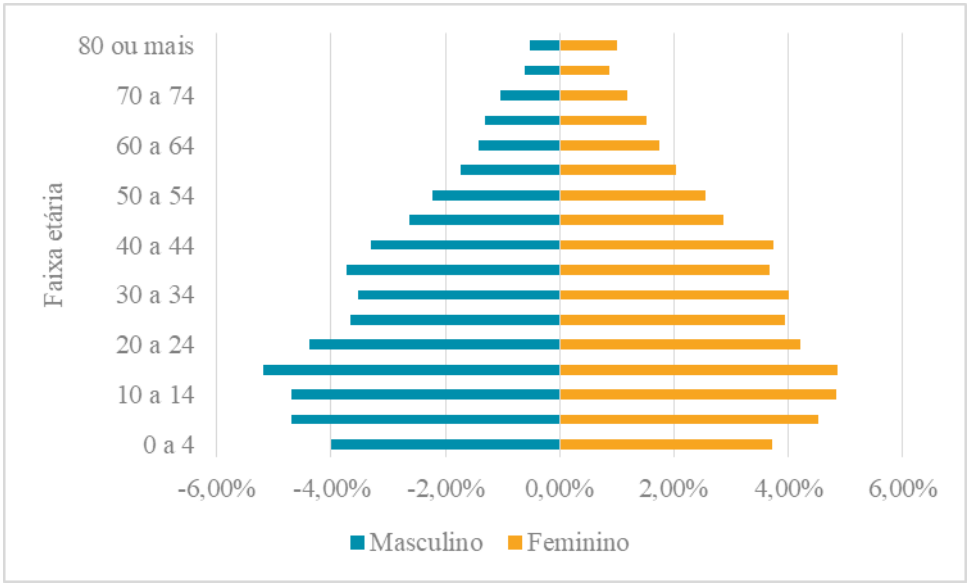
Segundo o Atlas para Desenvolvimento do Brasil – Atlas Brasil, em relação à estrutura etária da população de Caxambu, apresentada na Tabela 10, observa-se que, entre os anos de 1991 até 2010, houve uma redução do total de pessoas com menos de 15 anos, o que é um reflexo da queda da taxa de fecundidade no município, tendo reduzido de 2,6, em 1991, para 2,0, em 2010. Em contrapartida, tem-se um aumento da população com 65 anos ou mais, tendo uma taxa de envelhecimento (razão entre a população de 65 anos ou mais de idade e a população total) aumentada de 6,65 %, em 1991, para 11,04%, em 2010. Isso é resultado do aumento da longevidade, mostrada por meio da esperança de vida ao nascer, a qual aumentou de 69,3 anos, em 1991, para 75,9, em 2010, superando, assim, a média nacional em ambos os anos, de 64,7 e 73,9 anos respectivamente (ATLAS BRASIL, 2013). Ademais, houve um aumento da população entre 15 e 64 anos.

Figura 23 – Pirâmide etária de Caxambu em 1991



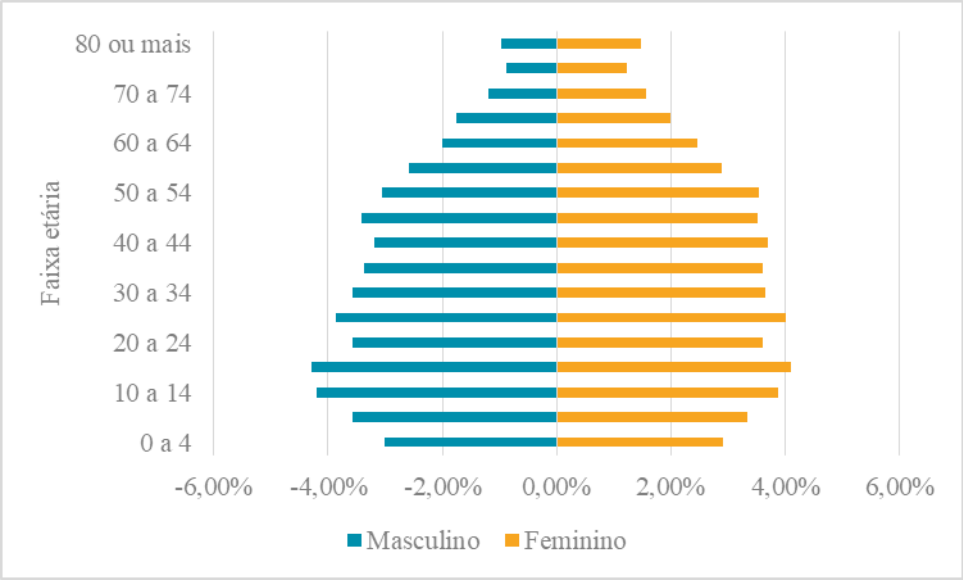
Fonte: Atlas Brasil, 2013

Figura 24 – Pirâmide etária de Caxambu em 2000



Fonte: Atlas Brasil, 2013

Figura 25 – Pirâmide etária de Caxambu em 2010



Fonte: Atlas Brasil, 2013

Em última análise, tem-se que as informações apresentadas nas pirâmides etárias corroboram com a indicação sobre o amadurecimento e envelhecimento da população caxambuense, relacionados à redução da taxa de nascimentos e ao aumento da longevidade.

2.3.2. Informações sociais

Segundo o Ministério da Cidadania (MC, 2019), o Programa Bolsa Família (PBF) consiste na transferência direta de renda às famílias em situação de extrema pobreza ou pobreza, as quais estão cadastradas no Cadastro Único (CadÚnico) para Programas Sociais do Governo Federal. Nesse âmbito, para a participação no programa em questão, é condição que a renda mensal por pessoa da família seja de até R$89,00 ou renda mensal por pessoa de R$89,01 a R$178,00 em caso de ter crianças ou adolescentes de 0 a 17 anos na composição, além de cadastros atualizados nos últimos 24 meses (MC, 2019).

As informações de relatórios referentes a cada município do Brasil sobre sua situação no Programa Bolsa Família (PBF) e no Cadastro Único são disponibilizadas pelo Ministério da Cidadania (MC, 2019).

No mês de outubro de 2019, o PBF beneficiou 1.047 famílias de Caxambu, o equivalente a 79,2% das famílias pobres do município. Esse valor corresponde a 11,65% da população total do município, e inclui 425 famílias que, sem o programa, estariam em condição de extrema pobreza. Assim, o PBF garante às famílias em situação de vulnerabilidade social o acesso à

alimentação, à educação e à saúde. Ressalta-se que cada família recebe um total médio de R$179,19 e o valor total transferido pelo Governo Federal para as famílias atendidas pelo programa foi de R$187.610,00 no mês de outubro (MC, 2019).

Acerca das condicionalidades do Bolsa Família, compreendidas em frequência escolar e saúde, em julho de 2019 Caxambu apresentou a situação indicada na Tabela 11.

Tabela 11 – Condicionalidades do Bolsa Família, julho de 2019

	Condicionalidades do Bolsa Família		
	Frequência escolar		
	Atendidas	Público com perfil de atendimento	Percentual de atendimento
Crianças e adolescentes entre 6 e 15 anos	809	899	90%
Jovens entre 16 e 17 anos	166	200	83%
	Saúde		
	Atendidas	Público com perfil de atendimento	Percentual de atendimento
Crianças até 7 anos e mulheres	1.340	1.943	69%

Fonte: MC, 2019

Ainda de acordo com o Ministério da Cidadania (2019), em novembro de 2019, eram 2.315 famílias em Caxambu registradas no Cadastro Único.

2.4. Políticas públicas correlatas ao saneamento básico

2.4.1. Saúde

2.4.1.1. Rede de saúde existente

A respeito da rede de saúde existente, o município é habilitado na gestão plena de atenção básica ampliada (CAXAMBU, 2018-2020). Além disso, verifica-se um total de 78 estabelecimentos de saúde no município (MS, 2020), os quais estão apresentados, segundo o nível de atenção, na Tabela 12.

Tabela 12 – Tipos de estabelecimentos por nível de atenção em Caxambu

Estabelecimentos por nível de atenção	Número
Centro de apoio à saúde da família - CASF	1
Centro de Saúde/ Unidade básica de saúde	7
Central de notificação, captação e distribuição órgãos estaduais	1
Clínica especializada/ ambulatório especializado	5
Consultório	52

Estabelecimentos por nível de atenção	Número
Farmácia	1
Cooperativa	1
Hospital Geral	1
Policlínica	1
Unidade de Vigilância em Saúde	1
Unidade móvel de nível pré-hospitalar-urgência/ emergencial	1
Unidade de Serviço de apoio de diagnose e terapia	5
Secretaria de Saúde	1
Total	78

Fonte: CNES - MS, 2020

2.4.1.2. Programa de Saúde da Família

Em 1993, foi criado o Programa de Saúde da Família (PSF), atualmente denominado Estratégia de Saúde da Família (ESF), com o intuito de reorganizar o sistema de saúde, no tocante à atenção básica. Assim, alteraram-se os modelos convencionais de assistência, a fim de promover maior interação e compromisso entre os Agentes Comunitários de Saúde e a população do município. Essa alteração teve como objetivo proporcionar uma aproximação do Sistema Único de Saúde (SUS) com as famílias brasileiras, por meio do acolhimento das famílias (MS, 1997).

Ressalta-se que uma das ações englobadas pela ESF é a educação contínua dos membros das famílias a respeito dos autocuidados a serem seguidos nas residências, das formas de prevenção de doenças, dentre outros conhecimentos na área da saúde (CATARINO, 2013).

A relação entre saúde e saneamento básico pode ser observada na importante participação da secretaria municipal de saúde para a elaboração do PMSB, por meio dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e de Controle de Endemias (ACE) de Caxambu. Quando da realização do trabalho de campo para elaboração dos Produtos A e B do presente PMSB, os referidos agentes contribuíram com a indicação de líderes comunitários e outros atores sociais de bairros urbanos e rurais de Caxambu para a mobilização social e a participação da população em reuniões que levaram à formação do Comitê de Coordenação. Além disso, a atuação dos referidos agentes também está relacionada com a mobilização da população para participação nas oficinas setoriais. Reconhece-se que tanto os ACS quanto os ACE são auxiliadores na educação dos munícipes, por meio de orientações, informações e transmissão de conhecimentos relativos à saúde e ao saneamento básico.

O primeiro envolvimento das equipes de saúde na elaboração do PMSB de Caxambu ocorreu por meio de uma oficina, cuja ilustração está apresentada na Figura 26, a fim de inseri-los nas ações de mobilização da população, e para coletar informações gerais sobre questões de saúde relacionadas ao saneamento no município – considerando a visão dos ACE – e domiciliar – considerando a visão dos ACS.

Figura 26 – Reunião com os agentes comunitários de saúde e agentes de combate a endemia

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

A respeito da ESF em Caxambu, ela está dividida em cinco equipes urbanas de Saúde da Família, com cobertura de cerca de 60% da população municipal, além de um Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF). Essas unidades, com as respectivas informações referentes ao número de famílias cadastradas, a cobertura da população e ao número de Agentes Comunitários de Saúde (ACS), são apresentadas a seguir, conforme consta no Plano Municipal de Saúde de Caxambu (CAXAMBU, 2018-2020):

i. ESF HILDA DA SILVA NOGUEIRA – "ESF SANTA TEREZA":
- Número de Famílias Cadastradas: 926
- Cobertura: 3.386 habitantes (15,2% da população total)
- Número de ACS: 10

ii. ESF SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS – "ESF CAXAMBU VELHO":
- Número de Famílias Cadastradas: 1.049
- Cobertura: 3.195 habitantes (aproximadamente 14% da população)
- Número de ACS: 10

iii. ESF DR. ABEL MURTA DE GOUVEA – "ESF TRANÇADOR":
- Número de Famílias Cadastradas: 574
- Cobertura: 1.833 habitantes (aproximadamente 8,24% da população)
- Número de ACS: 04

iv. ESF JUDITE MACIEL DIAS – "ESF SANTA RITA":

- Número de Famílias Cadastradas: 703
- Cobertura: 2.606 habitantes da zona rural (11,72%).
- Número de ACS: 6

v. ESF REGINA LÚCIA AZARIAS DA SILVA – "ESF SÃO JANUÁRIO":

- Número de Famílias Cadastradas: 810
- Cobertura: 2.635 habitantes (aproximadamente 11,85% da população)
- Número de ACS: 6

Informações atualizadas para o ano de 2020 estão apresentadas na Tabela 13, que contém dados do cadastro da Estratégia Saúde da Família para domicílios urbanos, repassados pela Secretaria Municipal de Saúde. Destacam-se:

- existência de domicílios com acesso de chão batido;
- existência de domicílios com uso de cisterna, poço ou nascente para abastecimento de água – o que indica falta de controle sobre a qualidade da água consumida;
- existência de domicílios onde as famílias utilizam a cloração para consumo da água, sendo necessário investigar os motivos que levam os moradores a tal, podendo ser água de outras fontes que não aquela de rede canalizada;
- existência de domicílios onde as famílias consomem água mineral, reforçando o traço cultural de uso dos fontanários do Parque das Águas;
- existência de domicílios com fossa rudimentar ou com esgotos lançados diretamente em lago ou rios, o que pode indicar ausência de acesso ao serviço público de esgotamento sanitário, que na área urbana de Caxambu se dá por rede coletora de esgotos e tratamento;
- existência de 24 domicílios sem banheiro, o que indica a prática de defecação a céu aberto, o que é um risco à saúde humana dessas famílias e da vizinhança, além de se caracterizar pela ausência do direito humano ao esgotamento sanitário.

Tabela 13 – Dados da Estratégia Saúde da Família de Caxambu, 2020

INFORMAÇÕES DO FORMULÁRIO DE CADASTRO DA FAMÍLIA PREENCHIDO PELO AGENTE COMUNITÁRIO DE SAÚDE		ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA				
		Hilda da Silva Nogueira - **Santa Tereza**	Sagrado Coração de Jesus - **Caxambu velho**	Dr. Abel Murta de Gouvea - **Trançador**	Judite Macial Dias - **Santa Rita**	Regina Lúcia Azarias da Silva - **São Januário**
Quantidade de domicílios		1030	1139	686	943	835
População cadastrada		3050	3841	1928	2765	2499
Tipo de acesso ao domicílio	**Pavimento**	980	1109	658	935	831
	Chão Batido	25	53	28	8	4
	Fluvial	0	0	0	0	0
	Outro	0	0	0	0	0
Abastecimento de Água	**Rede encanada até o domicílio**	1005	1074	680	943	835
	Carro Pipa	0	0	0	0	0
	Cisterna	1	148	0	0	0
	Poço/ Nascente	1	0	6	6	6
	Outro	0	6	0	0	0
Água para consumo	**Água filtrada**	600	1370	504	943	523
	Fervida	0	1	0	0	0
	Clorada	137	5	15	15	23
	Mineral	244	130	132	132	289
	Sem tratamento	0	57	0	0	0
Esgotamento sanitário	**Rede coletora**	995	1127	680	943	832
	Fossa Séptica	0	6	0	0	2
	Fossa rudimentar	0	2	6	6	1
	Direto para um rio, lago	0	19	0	0	0
	Céu aberto	0	0	0	0	0
	Outra Forma	0	0	0	0	0
Destino do lixo	**Coletado**	978	1142	642	943	835
	Queimado/ enterrado	6	0	6	6	6
	Céu aberto	0	0	0	0	0
	Outro	0	12	0	0	0
Domicílios sem banheiro		1	0	1	0	3
Domicílios não cadastrados	**Não cadastrados**	108	-	40	86	117
	Veraneio	-	-	-	-	38
	Casas fechadas e sem morador	42	145	-	-	80

2.4.1.3. Doenças decorrentes da falta ou deficiência dos serviços de saneamento

O saneamento básico envolve ações de infraestrutura e gestão essenciais para a salubridade ambiental e o bem-estar da população. Nesse aspecto, associa-se o saneamento como um promotor da saúde humana, uma vez que ele funciona como preventor e inibidor da disseminação de enfermidades provenientes da inexistência ou da inadequação dos sistemas de saneamento básico. São exemplos de doenças relacionadas à falta ou à inadequação do saneamento básico a cólera, dengue, febre amarela, esquistossomose, febre tifoide e leptospirose (MS, 2002).

Tendo em vista o papel dos serviços de saneamento básico na promoção da saúde da população, são necessários projetos, programas e ações no âmbito da ampliação do acesso aos serviços no município. O Plano Municipal de Saneamento Básico tem, justamente, essa função: propor, a partir da identificação da situação sanitária atual no município, um conjunto de ações necessárias para a adequação do saneamento básico, com vistas ao alcance da universalização do acesso e da integralidade dos serviços públicos. Com isso, esperam-se melhorias da condição de vida da população, tanto nas áreas urbanas quanto rurais.

Nesse contexto, a análise da incidência de doenças relacionadas ao saneamento básico em Caxambu faz parte da etapa primária para a identificação da relação entre irregularidades dos sistemas de saneamento e seus impactos negativos à saúde da população. Um indicativo da deficiência do saneamento básico é a ocorrência de dengue e chikungunya entre os anos de 2015 a 2017. Além disso, foram notificados três casos de esquistossomose, em 2019, e dois casos de febre amarela, em 2018. Já a respeito da difteria, não houve registro no período de 2015 a 2020 (SES, 2020). Os casos de doenças por Unidade de Saúde de Notificação estão dispostos na Tabela 14.

Observa-se que, no período analisado, o número de casos de dengue foi mais expressivo nos anos de 2015 e 2016, sendo assim, importante investigar possíveis causas da ocorrência de dengue nesses anos. Já nos anos de 2017 e 2018, o município apresentou um número de casos menor e, posteriormente, em 2019 e 2020, esse número sofreu aumento novamente, apesar de não atingir os valores de 2015 e 2016. Já no que tange a Chikungunya, o ano de 2019 foi o de maior notificação da doença.

Tabela 14 – Casos confirmados de doenças por Unidade de Saúde de Notificação e ano

Unidade de saúde notificadora	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Dengue						
Dr. Abel Murta de Gouvea	1	7	-	-	1	4
ESF Hilda da Silva Nogueira	52	13	2	1	7	-
ESF Judite Maciel Dias	1	2	1	-	1	1
ESF Regina Lucia Azarias da Silva	2	-	-	1	2	-
Hospital Casa de Caridade São Vicente de Paula	21	46	1	2	16	9
Policlínica de Caxambu	53	108	4	1	27	7
Programa de Saúde da Família Sagrado Coração de Jesus	-	2	-	-	3	1
Chikungunya						
Dr. Abel Murta de Gouvea	-	-	1	2	31	6
ESF Hilda da Silva Nogueira	-	-	-	1	3	-
ESF Judite Maciel Dias	-	-	1	-	-	-
ESF Regina Lucia Azarias da Silva	-	-	-	-	2	1
Hospital Casa de Caridade São Vicente de Paula	-	-	-	-	5	1
Policlínica de Caxambu	-	-	-	1	19	4
Programa de Saúde da Família Sagrado Coração de Jesus	-	-	-	-	1	-
Febre Amarela						
Hospital Casa de Caridade São Vicente de Paula	-	-	-	2	-	-
Esquistossomose						
Hospital Casa de Caridade São Vicente de Paula	-	-	-	-	1	-
Policlínica de Caxambu	-	-	-	-	2	-
Difteria						
-	-	-	-	-	-	-

Fonte: SES - MG, 2020

O aumento do número de casos de dengue e Chikungunya no município pode estar associado a eventos de enchentes ou inundações ou a outros problemas relacionados ao saneamento básico, como extravasamento de esgotos, perdas de água, ou até por ocasião de escassez hídrica – o que, muitas vezes, leva a população a armazenar água em baldes e reservatórios

destampados, favorecendo a proliferação de vetores da dengue e Chikungunya. Identificadas as possíveis causas, é estratégico que o poder público municipal esteja preparado para evitar a reincidência de casos em alta incidência no município. Se a promoção da saúde da população é norteadora das ações públicas, então os objetivos do poder público devem estar voltados para evitar a ocorrência de doenças e proporcionar o bem-estar.

Quanto à cólera e febre tifoide, a taxa de incidência foi igual à zero entre os anos de 2015 e 2019. Ademais, ainda entre os anos de 2015 a 2019, houve um caso confirmado de leptospirose, em 2017 (MS, 2020).

Por fim, em relação à Hepatite A, os anos em que a taxa de incidência divergiu do zero, assim como seus respectivos valores, estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Taxa de Incidência de Hepatite A por 100.000 habitantes

Ano	Taxa de incidência de Hepatite A por 100.000 habitantes
2002	17,6
2003	13,1
2007	4,1

Fonte: ÁGUABRASIL, 2020

As informações de registros de doenças apresentadas sugerem que as deficiências nos serviços de saneamento básico em Caxambu persistem e reiteram a importância do presente PMSB. Importante ressaltar a relação do saneamento com as arboviroses, especialmente no tocante à relação da dengue nos anos de 2016 e 2017.

2.4.1.4. Índice nutricional da população infantil

Tendo em vista que o estado nutricional indica a situação fisiológica do organismo de um indivíduo, associado às demandas por nutrientes, sua análise tem suma importância na identificação de desequilíbrios nutricionais. Desse modo, é possível verificar complicações graves na saúde de uma pessoa, como maior predisposição a infecções, problemas de cicatrização, problemas respiratórios e cardiovasculares, redução e anomalias da síntese proteica, diminuição da produção de suco gástrico, entre outras enfermidades (ACUÑA e CRUZ, 2004).

O Sistema Nacional de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) disponibiliza informações sobre a saúde, responsável por classificar os indivíduos e grupos a partir da mensuração das variações físicas de composição corporal global. Assim, os indicadores

referentes aos déficits de peso e de altura de crianças até os 5 anos de idade são importantes na avaliação do estado nutricional do município (MS, 2011).

Em Caxambu, como apresentado na Tabela 16, observa-se que, no período de 2015 a 2017, houve aumento percentual de crianças menores de 2 anos de idade com peso adequado para a idade. Já de 2017 para 2019 houve redução, chegando a 89,11%, em 2019. No que tange a faixa etária de 2 a 5 anos, verifica-se a queda do percentual desse índice de 2015 para 2017 e, posteriormente, o aumento de 2017 para 2019, atingindo 93,82%, em 2019.

Tabela 16 – Índice Peso x Idade de crianças até 2 anos e de crianças entre 2 a 5 anos

Ano	Total	Peso Muito Baixo para a Idade		Peso Baixo para a Idade		Peso Adequado ou Eutrófico		Peso Elevado para a Idade	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 2 anos									
2019	101	2	1,98%	1	0,99%	90	89,11%	8	7,92%
2018	138	1	0,72%	0	-	128	92,75%	9	6,52%
2017	249	4	1,61%	6	2,41%	234	93,98%	5	2,01%
2016	231	3	1,3%	2	0,87%	210	90,91%	16	6,93%
2015	240	2	0,83%	4	1,67%	215	89,58%	19	7,92%
2 a 5 anos									
2019	178	0	-	1	0,56%	167	93,82%	10	5,62%
2018	270	1	0,37%	5	1,85%	251	92,96%	13	4,81%
2017	417	2	0,48%	11	2,64%	376	90,17%	28	6,71%
2016	491	2	0,41%	14	2,85%	443	90,22%	32	6,52%
2015	470	1	0,21%	9	1,91%	426	90,64%	34	7,23%

Fonte: SISVAN - MS, 2020

Em comparação com o percentual de crianças até 2 anos de idade com peso adequado do Brasil e de Minas Gerais, em particular no ano de 2019, seus valores são 87,35% e 88,68%, respectivamente. Isso mostra que o índice municipal (89,11%) esteve, nesse ano, maior que o nacional e estadual. Já para a faixa etária de crianças entre 2 a 5 anos, em 2019, o percentual municipal (93,82%) também foi maior que o nacional, 88,42%, e que o estadual, 89,07% (MS, 2020).

A respeito do índice Altura x Idade exposto na Tabela 17, observa-se que o percentual de crianças menores de 2 anos com altura adequada para a idade no município de Caxambu passou de 83,33%, 2015, para 91,09%, em 2019, tendo sofrido aumentos e reduções entre o período de 2015 a 2019. No que se refere a faixa etária de 2 a 5 anos, o percentual desse

índice aumentou de 91,06%, em 2015, para 94,72%, em 2017. Posteriormente, esse valor diminuiu para 93,33%, em 2018, aumentando novamente em 2019, com 96,07% (MS, 2020).

Tabela 17 – Índice Altura x Idade de crianças até 2 anos e de crianças entre 2 a 5 anos

Ano	Total	Altura Muito Baixa para a Idade		Altura Baixa para a Idade		Altura Adequada para a idade	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 2 anos							
2019	101	4	3,96%	5	4,95%	92	91,09%
2018	138	5	3,62%	13	9,42%	120	86,96%
2017	249	13	5,22%	16	6,43%	220	88,35%
2016	231	14	6,06%	16	6,93%	201	87,01%
2015	240	16	6,67%	24	10%	200	83,33%
2 a 5 anos							
2019	178	0	-	7	3,93%	171	96,07%
2018	270	6	2,22%	12	4,44%	252	93,33%
2017	417	6	1,44%	16	3,84%	395	94,72%
2016	491	17	3,46%	13	2,65%	461	93,89%
2015	470	12	2,55%	30	6,38%	428	91,06%

Fonte: SISVAN - MS, 2020

Quanto ao percentual de crianças até 2 anos de idade com altura adequada do Brasil e de Minas Gerais, em 2019, seus valores são 83,06% e 86,7%, respectivamente. Observa-se, assim, que o índice municipal (91,09%) esteve, nesse ano, maior que o nacional e o estadual. Para a faixa etária de crianças entre 2 a 5 anos, em 2019, o percentual municipal (96,07%) também foi maior que o nacional, 88,16%, e que o estadual, 91,31% (MS, 2020).

Os dados expostos indicam, portanto, que o quadro nutricional do município de Caxambu encontra-se em uma melhor situação que a tendência nacional e estadual. Apesar disso, os percentuais de crianças, em ambas as faixas etárias analisadas, com peso ou altura baixos ou muito baixos para idade, apontam para a necessidade de melhorias no estado nutricional da população e podem indicar problemas associados às deficiências sanitárias no município.

Além disso, acrescenta-se que o diagnóstico da situação de desnutrição da população de um município é primordial para o planejamento e para a priorização de parcelas da população em programas voltados à Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), de modo a proporcionar a alocação adequada de subsídios e auxílio para a elaboração dos Planos Estaduais e Municipais de Saneamento Básico (MC, 2019).

2.4.2. Habitação

O acesso à moradia adequada e segura é um direito social garantido pela Constituição Federal de 1988 e a Declaração Universal dos Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas (ONU). Ressalta-se que o conceito de moradia adequada não se limita ao material de construção e a outros aspectos referentes à constituição do domicílio propriamente dito. A moradia adequada compreende fatores externos à habitação que promovem o bem-estar social, como o acesso aos serviços de saneamento básico. Esse viés justifica-se pela exposição dos moradores não atendidos por esses serviços a diversas enfermidades associadas à ausência do saneamento básico, o que agrava o quadro epidemiológico do município, estado ou país de maneira ampla (ROOKE e RIBEIRO, 2010).

Nesse contexto, de acordo com Amaral e colaboradores (2014, p.251), o Censo Demográfico do IBGE estabelece três classificações para as condições das moradias:

> (1) uma moradia é considerada adequada quando possui acesso à rede geral de água, acesso à rede geral de esgoto ou fossa séptica, coleta de resíduos sólidos por serviço de limpeza e com até dois moradores por dormitório;
>
> (2) o domicílio é semiadequado quando pelo menos um desses serviços é inadequado;
>
> (3) uma moradia é inadequada quando apresenta abastecimento de água proveniente de poço, nascente ou outra forma; quando não possui banheiro e sanitário ou com escoadouro ligado à fossa rudimentar, vala, rio, lago, mar ou outra forma; quando o resíduo sólido é queimado, enterrado ou jogado em terreno baldio, rio, lago, mar ou outro destino; e quando possui mais de dois moradores por dormitório.

Em Caxambu, parte majoritária dos domicílios se encontra em situação adequada, 95,90%. Assim, somente 4,10% das moradias estão enquadradas como semi-adequadas ou inadequadas (Tabela 18), de modo que o município está próximo da universalização do acesso ao saneamento básico adequado. Verifica-se, porém, que as áreas de menor adequabilidade habitacional concentram-se na área rural de Caxambu. Observa-se, assim, que cerca de 99,2% dos domicílios rurais estão em situação inadequada ou semi-adequada, ao passo que, na zona urbana, apenas 2,1% encontram-se nessas condições.

Tabela 18 – Tipos de moradia segundo a adequação

	Quantidade			% em relação ao total de moradias no município		
	Urbana	**Rural**	**Total**	**Urbana**	**Rural**	**Total**
Adequada	6.722	13	6.735	97,80%	0,70%	95,90%
Semi-adequada	157	103	260	2,10%	83,30%	3,70%

Inadequada	6	22	28	0%	15,90%	0,40%

Fonte: Adaptado de Censo IBGE, 2010

A partir do cenário disposto na Tabela 18, portanto, percebe-se uma disparidade de atendimento dos serviços de saneamento básico entre o meio urbano e rural de Caxambu, uma vez que a zona urbana possui elevado índice de domicílios com adequação habitacional, 97,80%, enquanto na zona rural apenas 0,70% estão nessa situação, isto é, quase a totalidade de residências rurais é privada de qualidade habitacional adequada. Isso reforça a importância de se conhecer a realidade do meio rural de Caxambu, com suas particularidades, deficiências e potencialidades, a fim de se proporem ações e programas que visem o alcance da equidade de cobertura dos serviços de saneamento básico.

Nesse contexto, o presente documento indica a necessidade de priorização de áreas de maior déficit sanitário, para, assim, orientar a alocação de recursos financeiros destinados ao saneamento de forma que os investimentos se concentrem em áreas específicas prioritárias, sobretudo nos prazos iniciais da implementação do Plano. Diante do exposto na Tabela 18, infere-se que o meio rural do município de Caxambu demanda maior gama de investimentos que o urbano, uma vez que apenas 13 domicílios rurais, num total de 138, enquadram-se como adequados, isto é, têm rede geral de abastecimento de água, rede de esgoto e coleta de resíduos sólidos, conforme o IBGE (2010).

2.4.2.1. Habitação de interesse social

A Habitação de Interesse Social tem como marco regulatório a Política Nacional de Habitação, instituída pelo Ministério das Cidades em novembro de 2004. Essa política, por sua vez, consiste em diretrizes para a garantia do acesso à habitação adequada à população de baixa renda e estabelece a criação de instrumentos que viabilizem a implementação da política, sendo eles: i) Sistema Nacional de Habitação; ii) Desenvolvimento Institucional; iii) Sistema de Informação, Avaliação e Monitoramento da Habitação; e iv) Plano Nacional de Habitação.

Além disso, a Lei Nacional n° 11.124/2005 dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) e institui o Conselho Gestor do FNHIS. O SNHIS, por sua vez, tem como princípios possibilitar à população de menor renda o acesso à moradia digna, a implementação de políticas e programas de investimentos e subsídios voltados à concessão de habitações adequadas a essas

pessoas, bem como a promoção da integração das políticas habitacionais com as demais políticas setoriais de desenvolvimento urbano, ambientais e de inclusão social. O sistema prevê, também, a "utilização prioritária de incentivo ao aproveitamento de áreas dotadas de infraestrutura não utilizadas ou subutilizadas, inseridas na malha urbana" (BRASIL, 2005).

A respeito do déficit habitacional, de acordo com Viana e colaboradores (2019, p.3), ele compreende quatro componentes:

a) habitação precária, a qual engloba os "domicílios improvisados (locais e imóveis sem fins residenciais e lugares que servem como moradia alternativa) e os rústicos (imóveis sem paredes de alvenaria, taipa revestida ou madeira aparelhada)";
b) coabitação familiar, referente a famílias secundárias que vivem no "mesmo domicílio que a família principal e declaram querer constituir novo domicílio";
c) ônus excessivo com aluguel urbano, composto por "famílias urbanas com renda familiar de até três salários mínimos" e que usam mais de 30% de sua renda com o aluguel;
d) adensamento excessivo de domicílios alugados, constituído por domicílios alugados cujo número médio de moradores supera três pessoas por dormitório.

Como apresentado em tabela anexa à nota técnica do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (IPEA, 2013, p. 16), que reuniu dados do Censo Demográfico do IBGE em 2010, em Caxambu há a proporção de 7,27% de domicílios com déficit, o equivalente a 523 moradias. Acrescenta-se que, em 2010, o município apresentava 24 residências em situação precária e 13 rústica, além de 315 coabitações, 150 com excedente de aluguel e 48 em adensamento de aluguel.

Além disso, em 2010, o município de Caxambu tinha 7.023 domicílios, sendo a maior parcela formada por casas, totalizando 6.628 domicílios (IBGE, 2010). As demais quantidades de domicílios segundo o tipo estão dispostas na Tabela 19. Ressalta-se que as habitações em casa de cômodo, cortiço ou cabeça de porco, explicitadas na Tabela 19, referem-se às habitações caracterizadas pelo uso partilhado de instalações hidráulica e sanitária (banheiro, cozinha, tanque, entre outros) com outras residências, bem como ao uso do mesmo local para diferentes finalidades, como dormir, cozinhar, fazer refeições e trabalhar. Ademais, esse perfil enquadra-se em um conjunto de habitações construídas em "lote urbano ou em subdivisões de

habitações de uma mesma edificação", sendo, em geral, alugadas, subalugadas ou cedidas e sem contrato formal de locação (IBGE, 2020, p. 1).

Tabela 19 – Quantidade de domicílios segundo o tipo

Tipo de domicílio	Quantidade de domicílios
Apartamento	360
Casa	6.628
Casa de vila ou em condomínio	26
Habitação em casa de cômodo, cortiço ou cabeça de porco	9

Fonte: IBGE, 2010

No que tange à condição de ocupação do domicílio, verifica-se que, em 2010, o maior número de domicílios é próprio, referente a 5.477, sendo 5.329 já quitados e 148 em aquisição (Tabela 20). Posteriormente, encontram-se os alugados, com 1.090 domicílios, e os cedidos, com 432 residências, conforme dados do IBGE (2010).

Tabela 20 – Condição de ocupação dos domicílios em Caxambu

Condição de ocupação do domicílio	Número de domicílios
Alugado	1.090
Cedido	432
Por empregador	106
De outra forma	326
Próprio	5.477
Já quitado	5.329
Em aquisição	148
Outra condição	24

Fonte: IBGE, 2010

Em relação ao número de moradores, a maior parcela dos domicílios abriga dois moradores (1.764), seguido dos domicílios com três moradores (1.709) e com quatro moradores (1.310), como pode ser observado na Tabela 21. A média de moradores por domicílio particular ocupado é de 3,06 pessoas (IBGE, 2010).

Tabela 21 – Número de moradores nos domicílios

Número de moradores	Quantidade de domicílios
1 morador	1.120
2 moradores	1.764
3 moradores	1.709
4 moradores	1.310
5 moradores	616

Número de moradores	Quantidade de domicílios
6 moradores	286
7 moradores	120
8 moradores	50
9 moradores	26
10 moradores	14
11 ou mais moradores	8

Fonte: IBGE, 2010

A respeito da classe de rendimento nominal mensal, observa-se que, como apresentado na Tabela 22, parte majoritária dos domicílios em Caxambu tem rendimento de mais de dois a cinco salários mínimos (2.313 moradias), seguido de 1.937 domicílios com mais de um a dois salários mínimos (IBGE, 2010). Já parte minoritária das residências enquadram-se em até meio salário mínimo (126 moradias) e em mais de 20 salários mínimos (81 habitações).

Tabela 22 – Classe de rendimento nominal mensal domiciliar

Classe de rendimento nominal mensal domiciliar	Quantidade de domicílios
Sem rendimento	288
Até 1/2 salário mínimo	126
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1.242
Mais de 1 a 2 salários mínimos	1.937
Mais de 2 a 5 salários mínimos	2.313
Mais de 5 a 10 salários mínimos	780
Mais de 10 a 20 salários mínimos	256
Mais de 20 salários mínimos	81

Fonte: IBGE, 2010

2.4.2.2. Evolução histórica do saneamento nos domicílios

A evolução histórica do saneamento básico em Caxambu pode ser verificada com base nos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 a respeito das situações dos domicílios do município quanto ao saneamento básico (Tabela 23). Essas informações estão apresentadas nos textos seguintes. Ressalta-se que a situação atual do saneamento no município, no ano de 2020, é o objeto de análise do presente documento e está descrita nos itens 4, 5, 6 e 7.

Tabela 23 – Evolução histórica do saneamento básico em Caxambu

Domicílios particulares permanentes									
Ano	Total	Forma de abastecimento de água			Existência de banheiro ou sanitário			Destino do lixo	
		Rede geral	Poço ou nascente	Outra	Tinham		Não tinham	Coletado	Outro destino
					Total	Rede Geral			
1991	4.849	4617	207	25	4699	4.265	150	3.970	879
2000	6.072	5.879	181	12	6.042	5.724	30	5.628	444
2010	7.023	6.809	198	16	7018	6.755	5	6.918	105

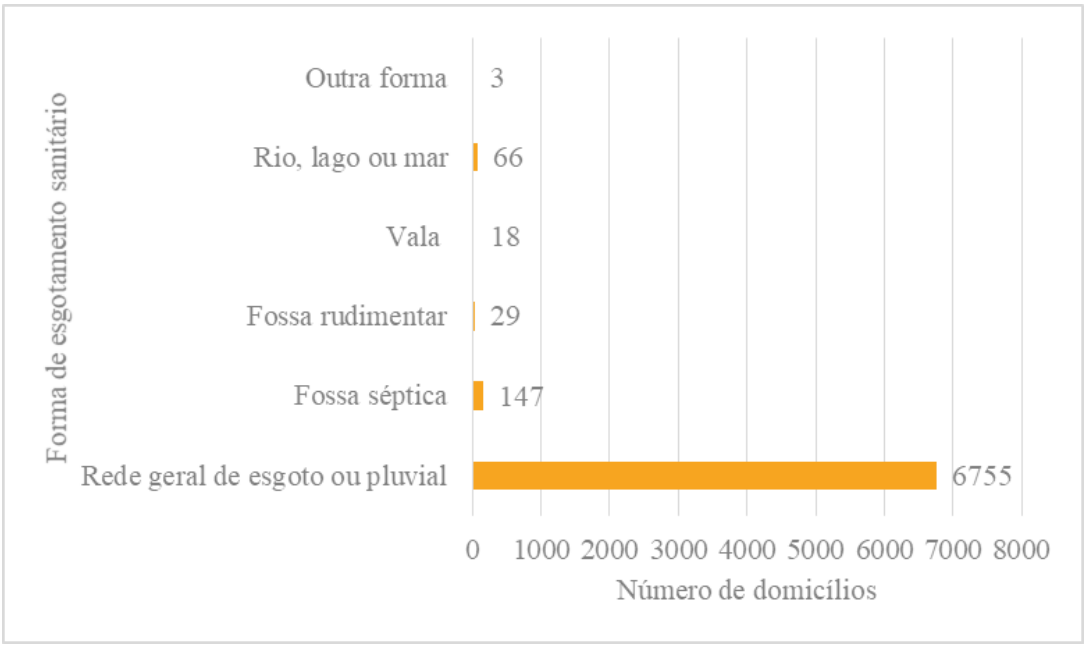
Fonte: IBGE, 1991; 2000; 2010

A partir da Tabela 23, observa-se uma redução do número de domicílios em Caxambu que não possuem banheiro ou sanitário, tendo reduzido no período em análise de 150 moradias para cinco domicílios nos quais as famílias permanecem excluídas do acesso ao esgotamento sanitário. Destaca-se que, ainda em 1991, o percentual de domicílios privados de banheiro ou sanitário já era baixo, equivalente a 3,09%. Em 2010, já havia o total de 99,93% de moradias que usufruíam dessa infraestrutura.

Tomando como referência o ano de 2010, vale ressaltar que, dentre os domicílios com banheiro ou sanitário, há uma pequena parcela ligada a um sistema de esgotamento sanitário não adequado ambientalmente. Nesse sentido, 29 residências faziam uso de fossa rudimentar, 18 de vala e 66 tinham o efluente líquido despejado diretamente em rios ou lagos, além de três domicílios com outra forma de destinação (IBGE, 2010), como mostrado na Figura 27.

Apesar da quase totalidade dos domicílios de Caxambu terem uma forma de esgotamento sanitário adequada, sendo 6.755 domicílios ligados a rede geral e 147 com uso de fossa séptica, a parcela restante exerce uma pressão antrópica sobre a qualidade do meio ambiente, bem como tem sua saúde impactada em razão da inadequação do acesso ao saneamento básico. Cabe mencionar, ainda, que o fato de haver conexão entre a maior parte dos domicílios caxambuenses e a rede geral coletora de esgotos não é suficiente para afirmar sobre a adequação do esgotamento sanitário desses domicílios. É preciso verificar, por exemplo, a ocorrência de extravasamentos na rede coletora, a qualidade do tratamento dos esgotos e o atendimento a normas de lançamento de esgotos tratados em cursos d'água. Essas informações serão detalhadas no Item 4 deste documento. Assim, impactos negativos ao ambiente como a contaminação do solo, das águas superficiais e das subterrâneas acarretam insalubridade ambiental, afetando negativamente a saúde da população.

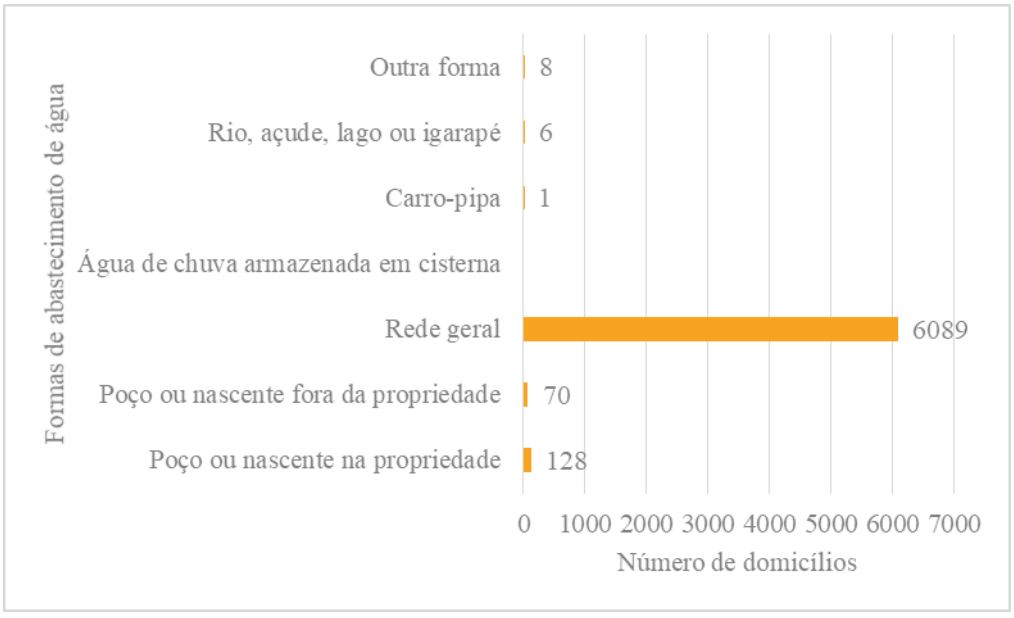
Figura 27 – Formas de esgotamento sanitário em 2010



Fonte: IBGE, 2010

No que se refere ao abastecimento de água, observa-se que já em 1991, parte dos domicílios de Caxambu já acessava rede geral (4.617), tendo atingido, em 2010, um valor de 6.809, o que corresponde a mais de 90% das moradias (Figura 28). No entanto, verifica-se que o número de domicílios que fazem uso de poços ou da captação direta na nascente, durante esse mesmo intervalo de tempo, não se alterou significativamente sendo que os valores eram 207, em 1991, e 198, em 2010 (IBGE, 1991; 2010).

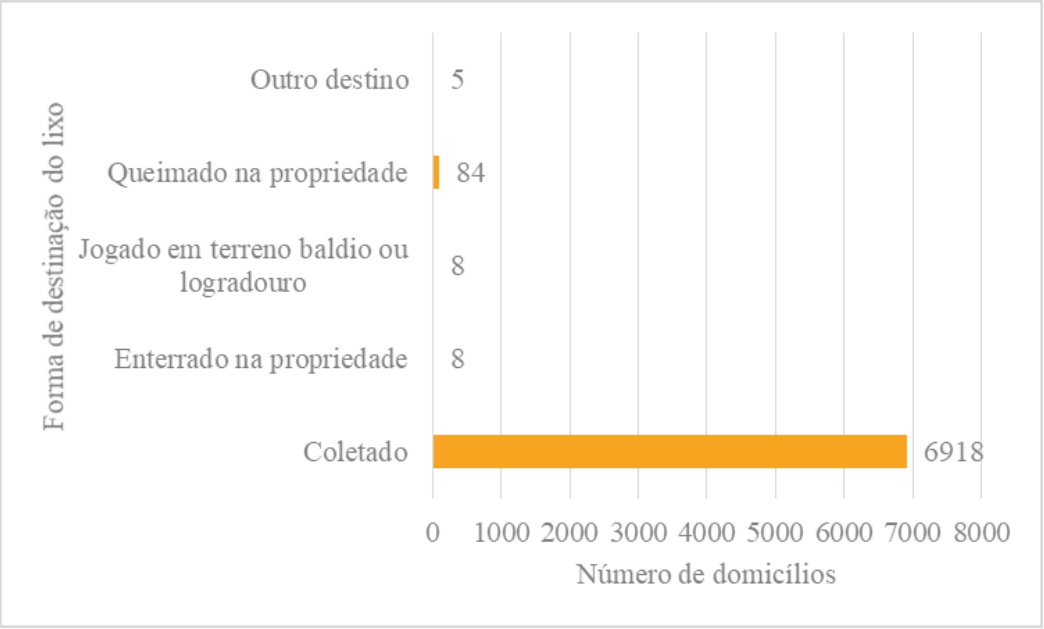
Figura 28 – Formas de abastecimento de água em 2010



Fonte: IBGE, 2010

A respeito da coleta de resíduos sólidos, houve crescimento contínuo de domicílios que têm os resíduos sólidos coletados. Assim, em 1991, esse valor correspondia a 3.970 moradias, em 2000, a quantidade era de 5.628 domicílios e, em 2010, aumentou para 6.918 residências, aproximando-se da universalização do acesso ao serviço de coleta (IBGE, 1991, 2000, 2010). Com isso, houve redução de domicílios com outro destino de seus resíduos, chegando a 105 moradias (cerca de 1,50%), em 2010 (IBGE, 2010). A partir da Figura 29, observa-se, ainda, que a segunda forma de destino dos resíduos sólidos mais utilizada é a queima na propriedade, com um total de 84 domicílios (IBGE, 2010). Ressalta-se que essa forma de destinação, bem como o aterramento dos resíduos sólidos e o lançamento em terreno baldio ou logradouro, são ambientalmente inadequadas e são causadoras de diversos impactos ambientais negativos, como a contaminação do solo, das águas subterrâneas e superficiais e a poluição atmosférica. Especialmente o lançamento dos resíduos em terrenos ou logradouros é prática que favorece a proliferação de vetores transmissores de doenças, como insetos e roedores. Com isso, a saúde humana também é afetada, com doenças respiratórias provenientes da poluição do ar e as doenças de veiculação hídrica, decorrente da contaminação de águas superficiais e/ou subterrâneas.

Figura 29 – Formas de destinação dos resíduos sólidos em 2010



Fonte: IBGE, 2010

2.4.3. Meio ambiente e Gestão de Recursos Hídricos

2.4.3.1. Recursos hídricos

A Lei Federal nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a qual estabelece os recursos hídricos como bem de domínio público e dispõe sobre instrumentos para a gestão descentralizada e participativa desses recursos no Brasil. Dentre os instrumentos implementados pela Lei supracitada, encontram-se o Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH), o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos a cobrança pelo uso de recursos hídricos, a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O município de Caxambu está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, sendo que 100% de seu território encontra-se na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos 4 (UPGRH GD4), equivalente a sub-bacia do Rio Verde (IGAM, 2009).

O Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) do Rio Verde foi instituído em 1998, por meio do Decreto Estadual n° 39.910. Os comitês são compostos por conselheiros que representam o poder público estadual e municipal, os usuários dos recursos hídricos e a sociedade civil, a fim de assegurar a participação social na gestão dos recursos hídricos, assim como garantir os usos múltiplos e prioritários desses recursos, como o abastecimento de água para consumo humano, em escala de bacia ou sub-bacia hidrográfica.

Os PDRHs são instrumentos fundamentais para orientar a implementação da PNRH, tomando a bacia hidrográfica como unidade de referência para a verificação, a avaliação e o reconhecimento da situação de conservação ou degradação que os recursos hídricos se encontram (VILAÇA e colaboradores, 2010). A respeito da bacia do Rio Verde, seu PDRH foi elaborado e contempla o diagnóstico dos recursos hídricos na data de sua publicação, bem como a análise referente às demandas e aos usos das águas da bacia. Isso auxilia, também, a verificação de áreas de conflito, em que a somatória das demandas requeridas pelos diversos usuários é superior à quantidade limite passível de outorga no corpo hídrico (IGAM, 2018). Em Caxambu, não há áreas declaradas de conflito (IGAM, 2018).

No que tange as outorgas de direitos de uso de recursos hídricos, seus objetivos equivalem ao controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e a garantia dos direitos de acesso à água

e dos usos múltiplos desse recurso nas bacias, conforme previsto na Lei das Águas. Na bacia hidrográfica do Rio Verde, esse instrumento de regularização ambiental é implementado e é concedido pelo IGAM, no âmbito das bacias de domínio estadual (IGAM, 2018). Acrescenta-se que, de acordo com a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1.548, de 29 de março 2012, o limite máximo de captações que podem ser outorgadas nos corpos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Grande é de 50% da vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência ($Q_{7,10}$), garantindo que a haja, pelo menos, 70% da $Q_{7,10}$ para manutenção da biota aquática e dos demais usos a jusante do ponto de captação (MINAS GERAIS, 2012).

Ainda de acordo com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2018), não foi implementado a cobrança pelo uso dos recursos hídricos outorgados da bacia do Rio Verde. Ressalta-se que a cobrança tem por finalidade o estímulo ao uso racional das águas e a geração de recursos financeiros para garantir a manutenção dos padrões de qualidade e de quantidade das águas, bem como a recuperação das áreas degradadas das bacias hidrográficas (ANA, 2020).

A respeito do enquadramento dos cursos d'água, ele é um instrumento primordial para a garantia da qualidade das águas compatível com seu uso, isto é, para a definição dos múltiplos usos das águas, o qual é norteado pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 357/2005 (BRASIL, 2005b). O enquadramento é definido de acordo com a análise da qualidade das águas do corpo hídrico quanto a parâmetros físicos, químicos e biológicos, como o pH, turbidez, presença de coliformes termotolerantes, incorporados a aspectos políticos e sociais. Esse instrumento torna-se, nesse sentido, fundamental para a seleção dos cursos d'água passíveis de serem utilizados para o abastecimento de água e para a delimitação do lançamento de efluentes no mesmo recurso, afetando diretamente as ações sanitárias do município. Ademais, o diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos auxilia no planejamento e na priorização de investimentos para a recuperação, a conservação e a proteção dos recursos hídricos, bem como na identificação de cursos d'água com potencial econômico, seja no setor energético, agrícola ou industrial.

O enquadramento é realizado em cinco classes, sendo elas: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. A exigência de qualidade da água requerida para o enquadramento de um curso d'água diminui da classe especial, que prevê usos mais exigentes, como a proteção de comunidades aquáticas, para a classe 4, que possibilita usos menos exigentes, como a navegação e a harmonia paisagística.

Na bacia do Rio Verde, na qual Caxambu se insere, foi aprovada a proposta de implementação do enquadramento de seus corpos hídricos, segundo seus usos preponderantes (IGAM, 2020). Nesse sentido, a Deliberação Normativa COPAM n°33/1998, estabelece o enquadramento das águas da Bacia do Rio Verde, considerando a importância do uso de suas águas para o abastecimento de água e demais usos (MINAS GERAIS, 1998). Cabe considerar que o artigo 42 da Resolução Conama nº 357/2005 dispõe que cursos de água doce, cujo enquadramento ainda tão tenha sido aprovado, serão considerados classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente (BRASIL, 2005).

Destaca-se, assim, que os corpos d'água de classe 2 têm os seguintes usos definidos pela legislação: I) abastecimento de água, após tratamento convencional; II) proteção das comunidades aquáticas III) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; IV) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e V) aquicultura e atividade de pesca. Vale salientar, todavia, que não necessariamente os corpos hídricos não enquadrados atendem às especificações de qualidade requeridas para a classe 2.

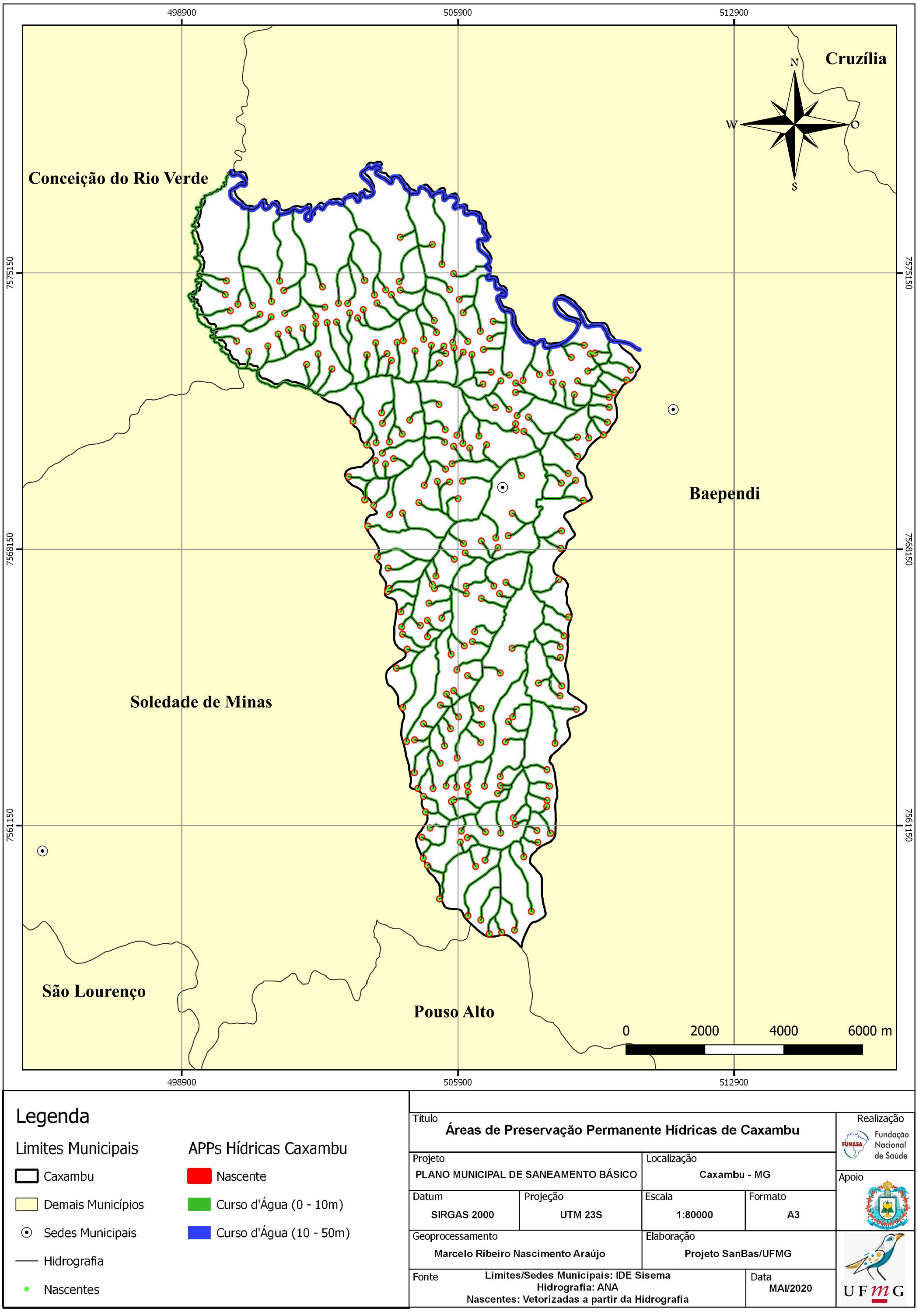
2.4.3.2. Áreas de Preservação Permanente (APPs)

Tendo em vista a interdependência entre a qualidade de vida e o estado do meio em que a população está inserida, a preservação do ambiente torna-se aspecto primordial para a promoção da saúde. Nesse sentido, a conservação de locais com interesse ecológico, preservação de mananciais e do solo são ações fundamentais para impedir alterações impróprias nos ecossistemas, como a poluição dos cursos d'água superficiais, a supressão intensiva de vegetação nativa e ciliar e a contaminação de águas subterrâneas, devido à disposição inadequada de resíduos sólidos ou de efluentes líquidos (STRIEDER, 2006). A proteção de áreas específicas no município, nesse âmbito, objetiva limitar a pressão antrópica sobre o meio ambiente, assim como a exploração dos recursos naturais. A Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012, referente ao Novo Código Florestal, estabelece, em seu art. 3, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) como:

> área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

No município de Caxambu, foram identificadas as APPs apresentadas na Figura 30.

Figura 30 – Áreas de Preservação Permanente em Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/ UFMG, 2020

2.4.3.3. Áreas Protegidas

A Constituição Federal de 1988 assegura a todos os cidadãos, em seu art. 225, o direito ao "meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" (BRASIL, 1998). Para isso, a Constituição, no inciso 1 do art. 225, delega como responsabilidade do Poder Público a "definição de espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei". A delimitação dessas áreas protegidas, previstas pela Constituição, visa, assim, a garantia da manutenção de um "meio ambiente ecologicamente equilibrado" (BRASIL, 1998).

As áreas prioritárias para a conservação referem-se, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020), a um instrumento de política pública utilizada como auxílio no planejamento, gestão e implantação de intervenções, como o estabelecimento de unidades de conservação, ações de licenciamento e fiscalização e a promoção de usos sustentáveis. A identificação dessas áreas baseia-se nas normas definidas no decreto n° 5.092, de 21 de maio de 2004.

A Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, a qual regulamenta o art. 225, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Esse sistema constitui-se, conforme disposto no art. 3 da lei, pelo "conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais", o qual divide-se, segundo o art. 7, em i) Unidades de Proteção Integral e ii) Unidades de Uso Sustentável (BRASIL, 2000). A respeito das Unidades de Proteção Integral, elas são compostas por:

I - Estação Ecológica;
II - Reserva Biológica;
III - Parque Nacional;
IV - Monumento Natural;
V - Refúgio de Vida Silvestre.

Já as Unidades de Uso Sustentável detêm as seguintes categorias:

I - Área de Proteção Ambiental;
II - Área de Relevante Interesse Ecológico;
III - Floresta Nacional;

IV - Reserva Extrativista;

V - Reserva de Fauna;

VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e

VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

A unidade de conservação (UC) é caracterizada, conforme art. 2 da lei supracitada, como "espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes" (BRASIL, 2000). A UC é instituída legalmente pelo poder público, com base em objetivos pautados na conservação e limites definidos no âmbito do regime especial de administração, no qual impõem-se garantias de proteção (BRASIL, 2000).

Ressalta-se que as áreas que cercam as UCs são responsáveis por uma elevada pressão sobre essas áreas protegidas, em decorrência do manejo do solo inadequado, incêndios criminosos ou acidentais, a disposição de resíduos sólidos ou efluentes líquidos, dentre outros (BEIROZ, 2015). Por isso, Beiroz (2015) explana que a Lei Federal nº 9.985/2000 estabelece a obrigatoriedade das UCs, com exceção da Áreas de Proteção Ambiental (APA) e da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), deterem uma zona de amortecimento (ZA) e, quando cabível, de corredores ecológicos. Quanto a seus conceitos, o art. 2 da lei explicita que ZA compreende o "entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade" (BRASIL, 2000). Já os corredores ecológicos, correspondem, ainda segundo o art. 2 da lei, a espaços do ecossistema natural ou seminatural que ligam UCs, permitindo, com isso, que haja o "fluxo de genes e o movimento da biota", auxiliando a dispersão de espécies, a recolonização de áreas degradadas e a preservação de populações que necessitam de áreas com maiores extensões (BRASIL, 2000).

Há, ainda, áreas denominadas de Reserva da Biosfera, as quais equivalem, conforme o art. 41 da Lei Federal nº 9.985/2000 a:

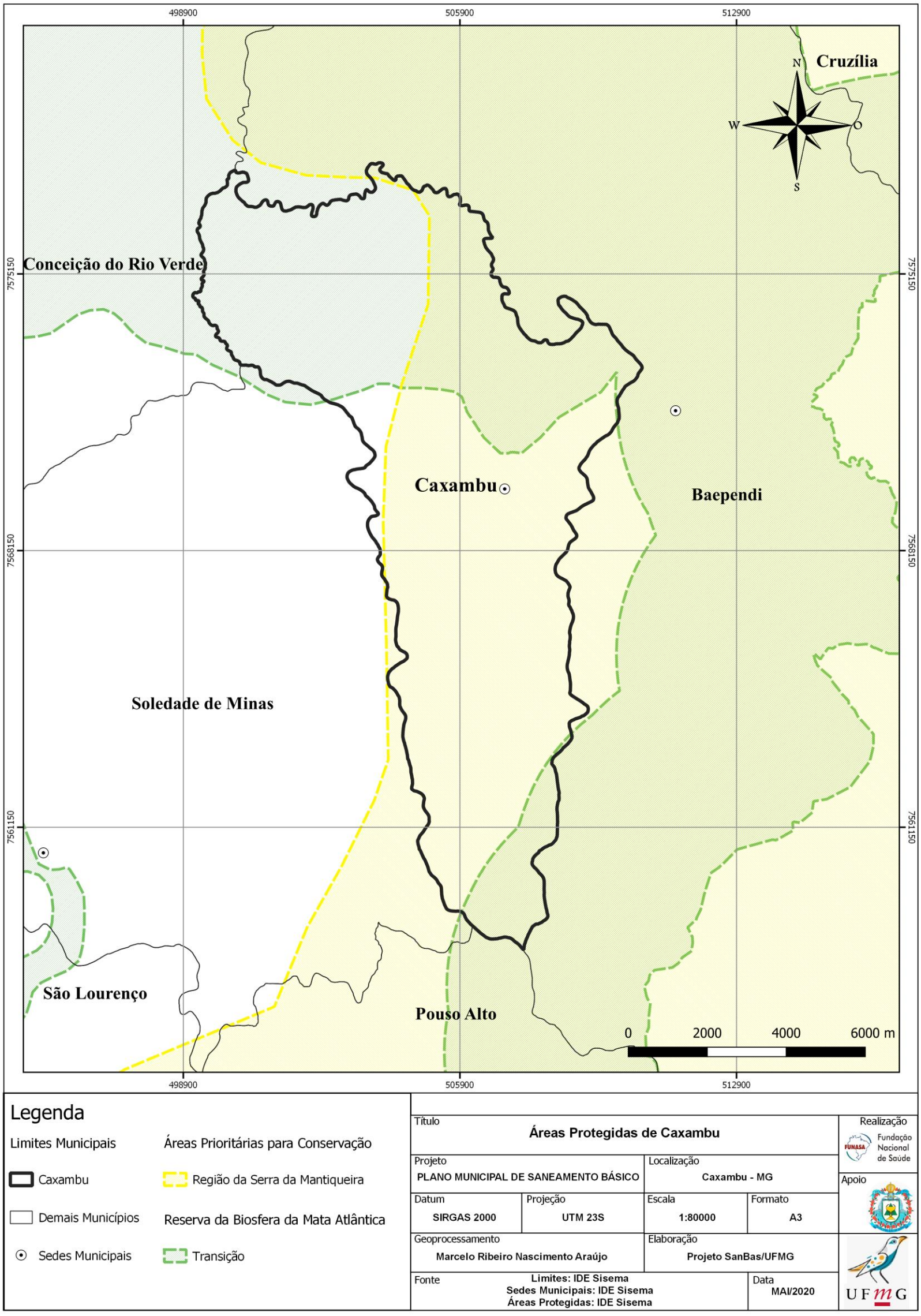
> um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações (BRASIL, 2000).

Salienta-se que cada Reserva da Biosfera se divide e engloba três zonas: i) áreas – núcleo, associadas à proteção integral, podendo ser UCs já existentes; ii) zonas de amortecimento; e

iii) zonas de transição, nas quais a ocupação e uso dos recursos ocorre de maneira participativa e sustentável, sem limites rígidos (BRASIL, 2000).

As áreas protegidas de Caxambu correspondem às áreas Prioritárias para Conservação da região da Serra da Mantiqueira e a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, delimitadas e ilustradas na Figura 31.

Figura 31 – Áreas Protegidas de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas/ UFMG, 2020

2.4.3.4. Parque das Águas

O Parque das Águas Lysandro Carneiro Guimarães é tombado pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA) e possui 12 fontes carbogasosas com propriedades químicas variadas, indicadas para tratamento de diversos tipos de problemas de saúde.

O Parque das Águas representa para Caxambu algo muito mais intenso do que meramente uma atração turística. O espaço é diariamente utilizado pela população que busca um espaço para lazer, por aqueles que buscam locais em que possam realizar suas atividades físicas ou por outros que simplesmente procuram encontrar o que lhes conecte à sua melhor memória e essência.

O Parque abriga 12 fontes de águas minerais e medicinais que possuem grande valor para a população, um valor além do monetário. Além da essência terapêutica, as águas minerais são para Caxambu história e simbolizam saúde e bem-estar. De geração em geração, é repassada a importância e as diferentes propriedades de cada fonte em diversos tratamentos e disfunções, tais como, anemia, problemas de pele, digestivos e hepáticos.

Dessa forma, a tradição do consumo das águas diretamente da fonte se deve ao grande apreço da população pelos benefícios medicinais, pelo seu diferenciado sabor, pela economia e hábito. Considerando que significativa parcela dos caxambuenses habitualmente buscam água para compartilhar com familiares, colegas e vizinhos, o Parque estabeleceu horários de entrada gratuita destinados a todos os moradores.

É notável como os caxambuenses falam das águas com tanto amor e admiração, com fascinação pelo seu potencial físico-químico e psíquico. Em visita de campo realizada pela Equipe UFMG/Projeto SanBas no mês de março de 2021 foi possível identificar que, mesmo com o Parque fechado e somente uma fonte aberta ao público, a população caxambuense continua frequentando o local e realiza fila de espera para coleta de água, como pode ser visto na Figura 32. Apesar das restrições impostas pela pandemia de Covid-19, a população busca meios de manter o hábito do consumo das águas minerais.

Figura 32 – Fila na porta do Parque das Águas para retirada de água de uma das fontes

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Com relação à legislação municipal de Caxambu, a Lei nº 960, de 15 de fevereiro de 1990, cria Área de Preservação Permanente para proteção do Parque das Águas de Caxambu, destacando-se o art. 1°

> **Art. 1º** Fica declarada de preservação permanente municipal a área do Parque das Águas de Caxambu-MG, como um todo, e especialmente as formas de vegetação existentes aos pés e ao longo do Morro Caxambu, observados os limites do Parque e áreas adjacentes nos termos do art. 3°, alínea "h", do Código Florestal, Lei Federal no 4.771, de 15 de setembro de 1965.

De maneira mais ampla, o Decreto nº 2300, de 23 de março de 2018, declara como Área de Proteção Ambiental Municipal das Águas Minerais a microbacia do Ribeirão Bengo tendo em vista a proteção das águas minerais do Parque das Águas, entre outros objetivos apresentados no Art. 2º do mesmo decreto.

> **Art. 1°** - Sob a denominação de "APA MUNICIPAL DAS ÁGUAS MINERAIS" fica declarada como Área de Proteção Ambiental uma área da microbacia hidrográfica de manancial do Ribeirão Bengo correspondente a 676,0727 (seiscentos e setenta e seis hectares, sete ares e vinte e sete centiares), estando seus limites definidos preliminarmente pelo memorial descritivo apresentado no ANEXO ÚNICO do presente Decreto.
>
> **Art. 2°** - a "APA MUNICIPAL DAS ÁGUAS MINERAIS" tem por objetivos:
>
> I – Contribuir para a promoção do desenvolvimento sustentável da região buscando o equilíbrio em seus aspectos sociais, econômicos e ambientais.

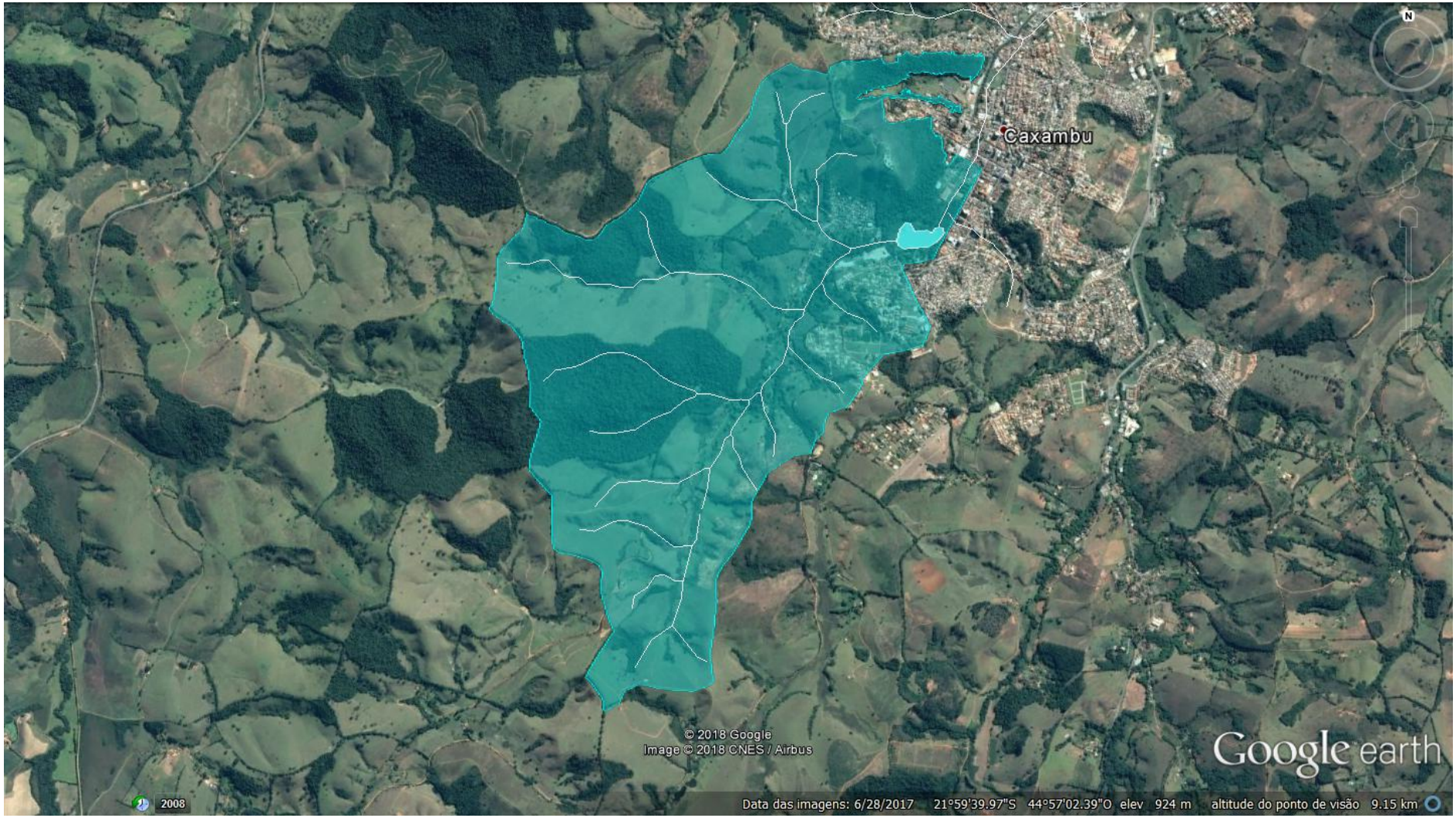
> II – Proteger e conservar os atributos ambientais da região, especialmente os aquíferos hidrominerais e suas zonas de contribuição, transporte e influência, nos termos da Portaria DNPM 231/1998.
>
> III – Garantir a recuperação e a conservação dos bens materiais e imateriais associados ao termalismo, em especial do conjunto paisagístico e arquitetônico dos parques das águas e as práticas crenoterápicas e hidroterápicas a eles associadas.
>
> IV – Contribuir para o ordenamento do uso e da ocupação do solo, em especial na microbacia hidrográfica situada a montante do Parque das Águas Lysandro Carneiro Guimarães e das demais surgências e captações hidrominerais da bacia eventualmente identificadas.
>
> V – Promover ações com vistas à recuperação de áreas degradadas ou poluídas, com enfoque na restauração de matas de topo e ciliares.

O Decreto nº 2300/2018 estabelece ainda competências municipais e parcerias com outros entes para supervisão, administração e fiscalização da Área de Proteção Ambiental Municipal das Águas Minerais, como apresenta o Art. 5°.

> **Art. 5°** - A "APA MUNICIPAL DAS AGUAS MINERAIS" será implantada, supervisionada, administrada e fiscalizada pelo Município, através de suas Secretarias Municipais de Meio Ambiente (SEMAM), Desenvolvimento e Planejamento Urbano (SEDEP) e Turismo e Cultura (SETUR), em articulação com o Instituto Estadual de Florestas - IEF/MG, o Instituto Mineiro de Gestão das Aguas - IGAM, com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA e com a Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais - CODEMIG, podendo contar com outros órgãos e entidades federais, estaduais e municipais, bem como com organizações não governamentais, na forma do regulamento.

A área delimitada pelo referido Decreto está apresentada na Figura 33, fornecida pela Prefeitura Municipal de Caxambu.

Figura 33 – Limite territorial da Área de Proteção Ambiental - APA Municipal das Águas Minerais



Fonte: Prefeitura Municipal de Caxambu, 2021

2.4.4. Educação

2.4.4.1. Rede de educação existente

De acordo com informações do Ministério da Educação (MEC, 2019), há 4.464 matriculados na educação básica em Caxambu, sendo 846 matrículas na educação infantil, 2.448 no ensino fundamental, 905 no ensino médio, 116 na Educação Profissional Técnica de Nível Médio, 118 na Educação de Jovens e Adultos (EJA), e, por fim, 210 na Educação Especial.

Além disso, como exposto na Tabela 24, a totalidade de matrículas está na área urbana. Quanto à dependência administrativa, observa-se que a quantidade das matrículas prevalece no âmbito estadual (1.860), seguido do municipal (1.534) e do privado (1.070) (MEC, 2019).

Tabela 24 – Matrícula Inicial por localização e dependência administrativa

Número de Matrículas da Educação Básica										
Localização e Dependência Administrativa										
Total	Urbana					Rural				
	Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada
4.464	4.464	-	1.860	1.534	1.070	-	-	-	-	-

Fonte: Inep - MEC, 2019

Ressalta-se que a área da educação relaciona-se com o saneamento básico, na medida que as escolas são estruturas que demandam os serviços de saneamento e devem acessar o abastecimento de água, no que se refere ao consumo de água potável pelos estudantes, professores e funcionários em geral e demais usos da água para cozinhar, limpar, etc; acesso ao esgotamento sanitário; e a necessidade de destinação dos resíduos sólidos, bem como sofre as consequências provenientes de inundações e alagamentos e requer estruturas de drenagem e manejo das águas pluviais que incidem sobre o território escolar. Sob outra perspectiva, as escolas atuam, também, como protagonistas na promoção da educação ambiental e na mobilização social, por meio de palestras, oficinas, entre outras atividades.

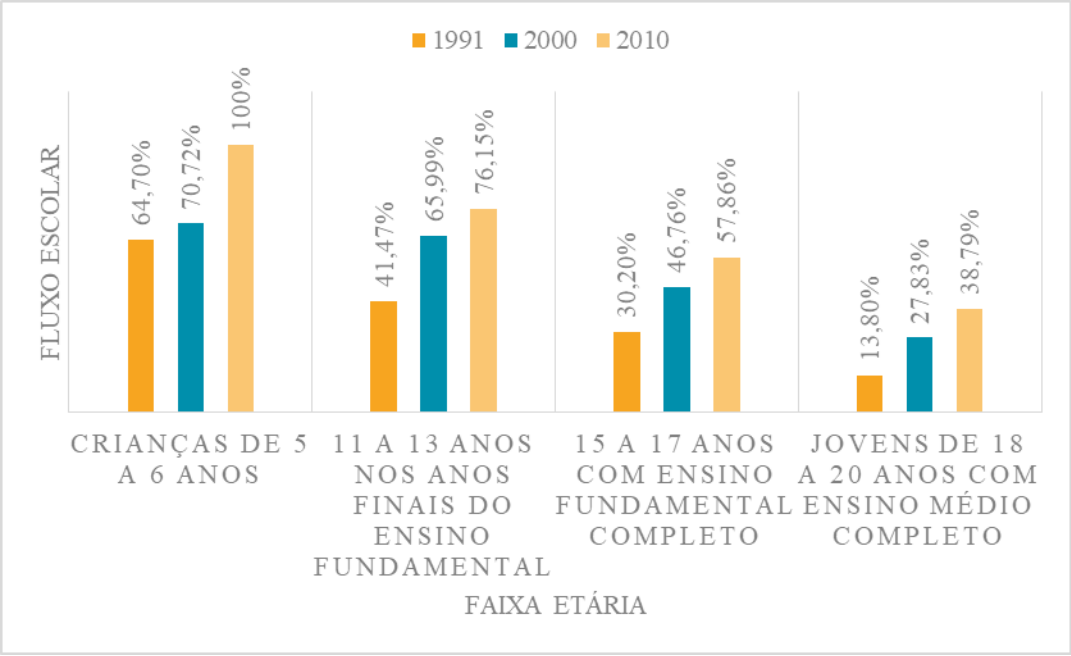
2.4.4.2. Indicadores da educação no município

Os indicadores da educação são utilizados na avaliação dos sistemas educacionais, tendo como base estatísticas de acesso, de permanência e de aprendizagem dos alunos. Essas informações são balizadoras da formulação e avaliação de políticas públicas pertinentes ao setor educacional.

A priori, o indicador referente ao fluxo escolar é denominado indicador de transição. Ele tem como objetivo analisar o percurso do estudante na educação básica, cuja estrutura é dividida em níveis de ensino que representam a "progressão educativa em termos de complexidade do conteúdo educacional" (INEP, 2017, p. 1). Esse percurso pode ser regular, isto é, apresenta transição de série do aluno sem repetência ou evasão, ou não regular, de modo a expor informações acerca do nível de conhecimento e da eficiência dos sistemas de educacionais. Em suma, de acordo com o Ministério da Educação (MEC, 2004), o fluxo escolar avalia o número de alunos promovidos, repetentes e evadidos.

Nesse âmbito, conforme dados do Atlas Brasil (2013), Caxambu apresentou um aumento do fluxo escolar em todas as faixas etárias entre os anos de 1991 a 2010, como pode ser visualizado na Figura 34. Em análise particular sobre o ano de 2010, observa-se a presença de 100% das crianças de 5 a 6 anos na escola, faixa etária de maior fluxo escolar. Ademais, nesse mesmo ano, 76,15% das crianças de 11 a 13 anos frequentavam os anos finais do ensino fundamental e 57,86% de jovens de 15 a 17 anos tinham o ensino fundamental completo. Apenas 38,79% dos jovens de 18 a 20 anos tinham o ensino médio completo, em 2010 (PNUD; FJP; IPEA, 2013).

Figura 34 – Fluxo escolar por faixa etária em Caxambu

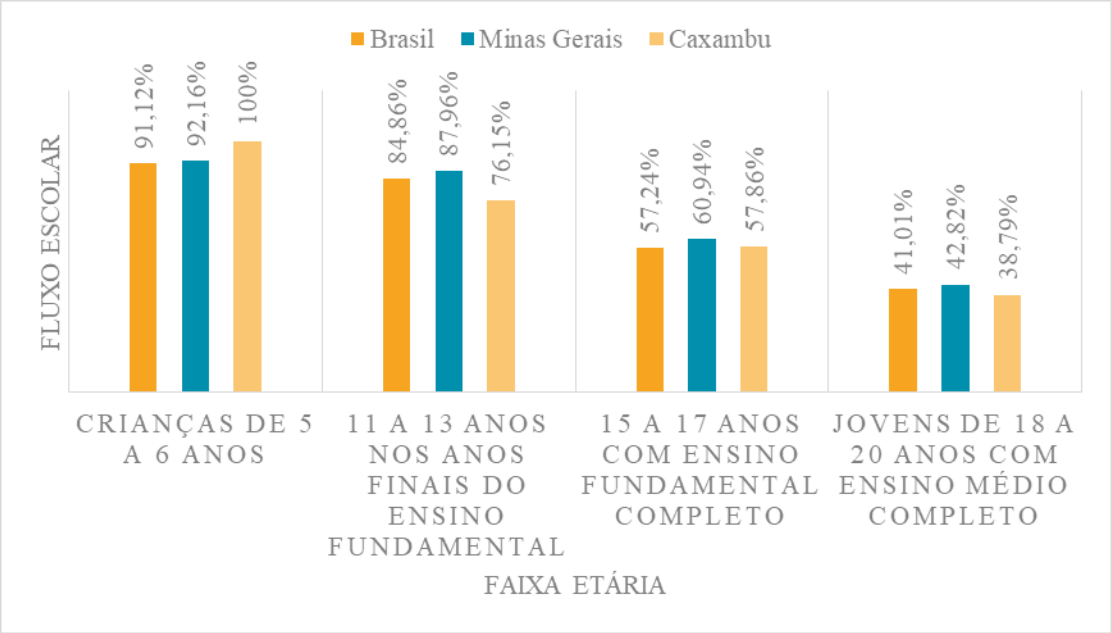


Fonte: Atlas Brasil, 2013

Ao comparar com os valores nacionais e estaduais do fluxo escolar, em 2010, apenas para a faixa etária de crianças de 5 a 6 anos o valor municipal encontrava-se acima dos índices

estaduais e nacionais (Atlas Brasil, 2013). Para a faixa de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo, o percentual municipal estava acima da média nacional, mas abaixo da estadual e nas demais faixas o indicador de fluxo escolar no município apresentou valores menores que as médias estaduais e nacionais, como apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Comparação do fluxo escolar por faixa etária, em 2010, entre Caxambu, Minas Gerais e o Brasil



Fonte: Atlas Brasil, 2013

Com o propósito de elucidar o desenvolvimento da área de educação no município, faz-se uso do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), por meio do qual são consolidados, em um só indicador, duas informações: o fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações. Assim, o Ideb reflete a qualidade da educação municipal, bem como possibilita resultados sintéticos, facilmente assimiláveis e que permitem traçar metas de qualidade educacional para os sistemas. Os valores do Ideb variam de 0 a 10, sendo que quanto mais próximo de 0, mais defasado encontra-se o sistema educacional do município, ou seja, maior a demanda por melhoria.

Observa-se que, em Caxambu, o valor desse indicador evoluiu de maneira positiva nos anos iniciais da educação básica durante o período de 2005 a 2017. Assim, observa-se que esse índice passou de 4,0, em 2005, para 6,1, em 2017, nos anos iniciais, conforme os dados do IBGE dispostos na Tabela 25. Já nos anos finais, percebe-se uma alta variação dos valores do Ideb, tendo uma redução de 2005 (3,4) para 2007 (3,3), posterior aumento em 2009 (3,7) e um salto em 2013 para 5,2. Após isso, o Ideb reduziu gradativamente, até chegar a 3,9, em 2017.

Vale ressaltar que, em 2017, o município alcançou o valor do Ideb para os anos iniciais mais próximo da média referente a um sistema educacional de qualidade e comparável a dos países desenvolvidos, o qual, segundo o MEC, é igual a 6,0. Dessa maneira, verifica-se que, em 2017, Caxambu alcançou seu melhor cenário educacional, no que tange o fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações.

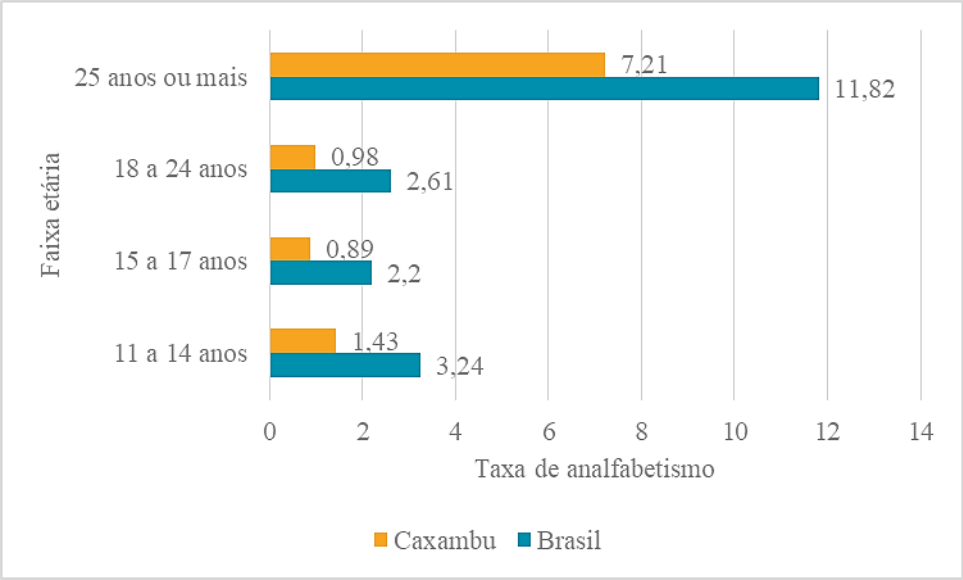
Tabela 25 – Evolução do Índice de desenvolvimento da educação básica em Caxambu

Ano	Anos iniciais	Anos finais
2005	4	3,4
2007	4,1	3,3
2009	5,5	3,7
2011	5,7	3,7
2013	5,8	5,2
2015	5,7	4,5
2017	6,1	3,9

Fonte: IBGE

A respeito da situação de alfabetização em Caxambu, dados do IBGE (2010), apontam que, em 2010, havia o total de 19.097 alfabetizados, sendo 18.713 residentes da zona urbana e 384 do meio rural. Além disso, a taxa de analfabetismo por faixa etária no município e no Brasil, em 2010, é apresentada na Figura 36. Nesse contexto, observa-se que as taxas de analfabetismo de Caxambu encontram-se menores que as taxas nacionais para todas as faixas etárias. No entanto, essas informações colocam em evidência a necessidade de avaliação da política municipal – para além do setor educacional especificamente, no sentido de se buscar soluções para promover condições adequadas e suficientes para alfabetização da população.

Figura 36 – Taxa de analfabetismo por faixa etária no Brasil e em Caxambu em 2010

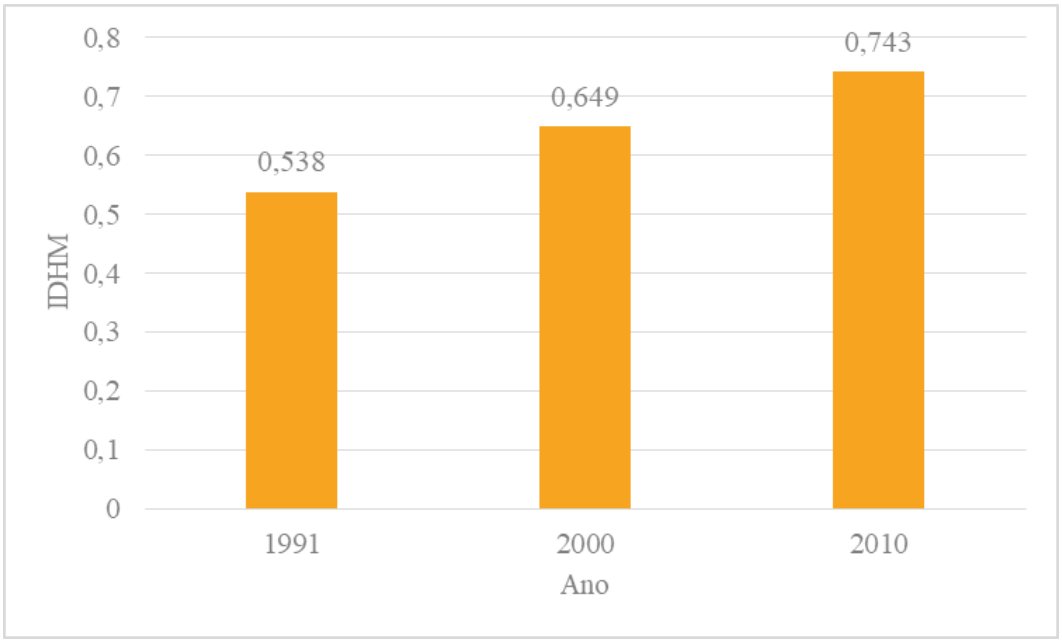


Fonte: Atlas Brasil, 2013

2.5. Desenvolvimento humano: renda, pobreza e desigualdade

De acordo com dados do Atlas Brasil (2013), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Caxambu aumentou de 0,538, em 1991, equivalente a um IDHM baixo (0,500 – 0,599), para 0,649, em 2000, associado a um IDHM médio (0,600 – 0,699). Já em 2010, o IDHM também evoluiu de forma positiva, atingindo 0, 743, isto é, um IDHM alto (0,700 – 0,799), como pode ser visualizado na Figura 37. Destaca-se que, entre o período de 1991 e 2010, o IDHM do município teve uma taxa de crescimento inferior a observada no Brasil alcançando 38,10%, ao passo que a taxa nacional foi de 52% (Atlas Brasil, 2013).

Figura 37 – Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano de Caxambu



Fonte: Atlas Brasil, 2013

Ressalta-se, também, que o componente do IDHM de Caxambu que mais contribuiu para o valor do IDHM do município, em 2010, foi o referente à Longevidade, com índice de 0,848, seguido da Renda (0,770) e da Educação (0,629), ainda conforme o Atlas Brasil (2013).

A respeito do ranking estadual, o IDHM de Caxambu passou da 20° posição, em 1991, para 56°, em 2000, reflexo de uma melhora em menor escala de seu IDHM em relação aos dos demais municípios de Minas Gerais. Já em 2010, Caxambu melhorou sua posição, passando para o 51° lugar (Atlas Brasil, 2013). Outrossim, com base nos dados do Atlas Brasil (2013) dispostos na Tabela 26, observa-se que o IDHM de Caxambu é o maior comparado ao índice de seus municípios limítrofes, sendo o de Conceição do Rio Verde o menor, com 0,665.

Tabela 26 – Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios limítrofes, 2010

Município limítrofe	IDHM em 2010
Caxambu	0,743
Pouso Alto	0,710
Soledade de Minas	0,697
Conceição do Rio Verde	0,665

Fonte: Atlas Brasil, 2013

Além disso, verifica-se um aumento do IDHM de longevidade no município de 0,738, em 1991, para 0,848, em 2010. Quanto ao IDHM de renda, há um aumento de 1991 (0,608) para

2010 (0,770). Somado a isso, a Tabela 27 mostra que houve um significativo decréscimo da taxa de mortalidade infantil e da taxa de mortalidade até 5 anos de idade (Atlas Brasil, 2013). Ressalta-se que a mortalidade infantil é um importante indicador do panorama sanitário do município.

Tabela 27 – Desigualdade de renda e mortalidade infantil em Caxambu

	1991	2000	2010
IDHM de longevidade	0,738	0,813	0,848
IDHM de renda	0,608	0,674	0,770
Índice de Gini	0,61	0,56	0,65
Mortalidade infantil (óbitos por mil nascidos vivos)	26,1	18,3	14,0
Mortalidade até 5 anos de idade (óbitos por mil nascidos vivos)	34,4	20,1	16,4

Fonte: Atlas Brasil, 2013

Em relação ao Índice de Gini, por meio do qual é medido o grau de concentração de renda no município, identifica-se uma diminuição da concentração de renda em Caxambu do ano de 1991, quando o índice era de 0,61, para 2000, com valor de 0,56 (ATLAS BRASIL, 2013). Já de 2000 para 2010, esse índice sofre aumento para 0,65, atingindo, com isso, um nível de concentração de renda maior que em 1991. Nesse aspecto, vale ressaltar que, quanto mais próximo de 0, mais igualitária está a distribuição de renda no município analisado, ao passo que, quanto mais perto de 1, a situação se inverte.

É importante salientar que o desenvolvimento humano, relativo à situação da renda, da pobreza e da desigualdade instalada em um município, reflete as condições sanitárias às quais cada parcela da população está exposta e deve balizar as políticas públicas. Nesse sentido, pessoas em situação de baixa renda, em sua maioria, tendem a habitar áreas desprovidas do atendimento adequado ao saneamento básico, o qual equivale ao acesso, à qualidade, à continuidade e ao atendimento dentro do domicílio. Essas pessoas, contudo, ficam expostas a condições de risco à saúde e à vida, de modo que é requerida uma priorização dessas áreas na formulação de ações, projetos e programas de reversão desse cenário, bem como no direcionamento dos recursos financeiros para melhorias no quadro do saneamento básico municipal.

2.6. Infraestrutura

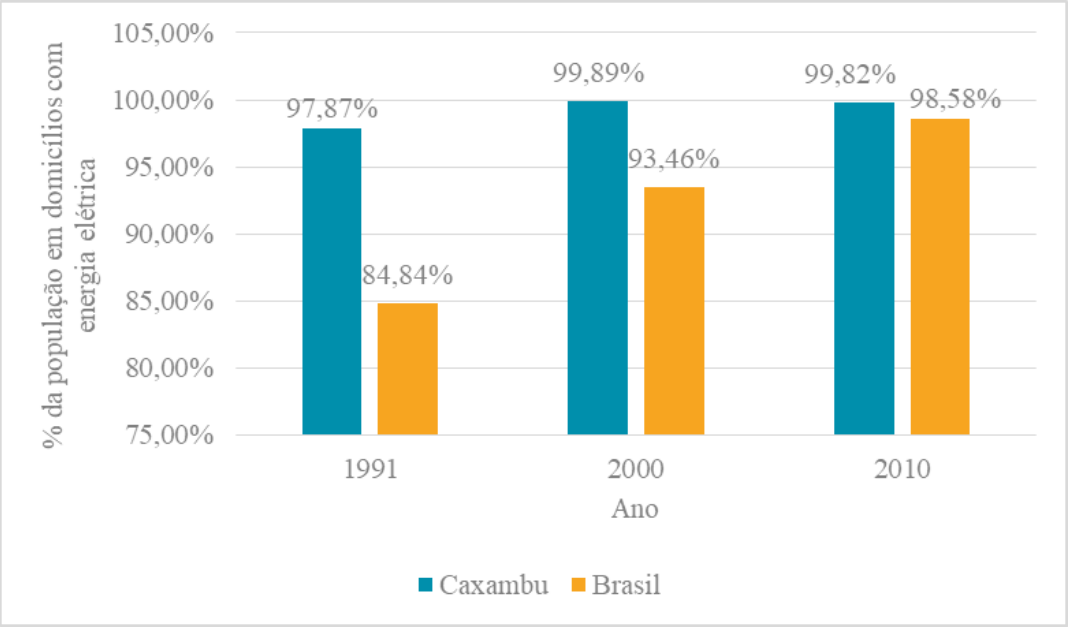
2.6.1. Energia elétrica

De acordo com o Plano Diretor de Caxambu, art. 31, inciso 1, a garantia de energia para toda a população, assegurando a expansão dos serviços, estudando e difundindo a utilização de formas alternativas de energia, tem como principais agentes a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais (EMATER) e a Prefeitura Municipal (CAXAMBU, 2005).

Segundo dados do Atlas Brasil (2013), o município sofreu um aumento no percentual de pessoas em domicílios com energia elétrica desde 1991, quando o índice já era alto, com 97,87%, até 2010, com 99,82%, como é verificado na Figura 38. Vale destacar que, o percentual sofreu uma pequena redução de 2000 para 2010.

Ao se comparar com o índice nacional, percebe-se que o percentual municipal de acesso à energia elétrica encontrou-se acima do nacional em 1991, 2000 e 2010.

Figura 38 – Percentual de pessoas em domicílio com energia elétrica



Fonte: Atlas Brasil, 2013

Ressalta-se que a universalização do acesso à energia elétrica é fundamental tendo em vista a necessidade da energia elétrica para o funcionamento dos serviços de saneamento básico e, assim, para a promoção de habitações adequadas. Com isso, a formulação de medidas que

visem à ampliação do acesso dos domicílios à energia elétrica, de modo que 100% da população seja atendida, é primordial para evitar a exclusão de uma pequena parcela populacional que ainda não acessa energia elétrica.

Além disso, na Tabela 28, pode ser observado que, em todos os 7.007 domicílios que tinham energia elétrica, em 2010, a energia era fornecida por uma companhia distribuidora (IBGE, 2010). Desses domicílios, 6.969 possuíam medidor, sendo que em 233 domicílios o medidor era comum a mais de um domicílio e em 6.736, de uso exclusivo (IBGE, 2010).

Tabela 28 – Existência de energia elétrica em Caxambu em 2010

Existência de energia elétrica	Número de domicílios
Tinham	7.007
De companhia distribuidora	7.007
Com medidor	6.969
Comum a mais de um domicílio	233
Uso exclusivo	6.736
Sem medidor	38
De outra fonte	0
Não tinham	16

Fonte: IBGE, 2010

2.6.2. Pavimentação

Em Caxambu, 6.556 domicílios urbanos, de um total de 6.885, têm acesso à pavimentação (IBGE, 2010). Além disso, 35,1% dos domicílios encontram-se em vias públicas com urbanização adequada, o que engloba a presença de pavimentação, boca de lobo, calçada e meio fio/guia. Esse valor, contudo, está distante da universalização, o que implica na exclusão de parcela da população do acesso à urbanização adequada.

No tocante aos instrumentos legais municipais de Caxambu que abordam questões de drenagem e manejo das águas pluviais, a Lei Complementar nº 11/2000, art. 13, define como obra pública de infraestrutura a execução de pavimentação das vias, bem como o sistema de drenagem das águas pluviais, os sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário, iluminação pública e arborização (CAXAMBU, 2000). Esse tema será detalhadamente discutido no item 7 deste documento.

Outrossim, o art. 26 do plano diretor de Caxambu aponta como forma de melhoria da comunicação e articulação entre bairros, a abertura e o prolongamento de vias na malha

urbana existente. O mesmo Plano indica, no art. 29, a garantia da manutenção do sistema viário, de modo a promover a criação de programas periódicos de manutenção, programas de "adoção" de praças, vias, jardins, canteiros, entre outros. Por fim, no art. 30, é estabelecida a preferência à pavimentação com calçamento poliédrico nas vias locais, de forma a permitir a infiltração de água no solo (CAXAMBU, 2000).

2.6.3. Comunicação

A participação e o controle social, nas etapas de elaboração do plano municipal de saneamento básico, são primordiais para que sejam consideradas as demandas da população, no sentido de orientar a ação pública a promover a adequação do saneamento básico de maneira a atender não só aos padrões técnicos legalmente estabelecidos, mas também às questões que a população apresenta como carências. A participação da população no levantamento da situação sanitária do município serve, inclusive, para orientar a investigação a observar peculiaridades locais as quais são conhecidas profundamente pelos moradores locais e poderiam, por ventura, ser ignoradas pelas equipes técnicas. Por isso, a contribuição da população é importante para que o plano de saneamento revele de maneira mais coerente com a realidade municipal as deficiências e potencialidades do saneamento básico e, com isso, o plano apresente diretrizes para que as ações previstas venham a solucionar os problemas mais efetivamente, com vistas à adequação da situação sanitária local.

Nesse viés, torna-se primordial o reconhecimento dos meios de comunicação existentes em um município, bem como os de maior uso pelos cidadãos, de modo que eles funcionem como instrumentos de mobilização social tanto da área urbana quanto da rural. Por esses meios, portanto, é possível, de forma mútua, a divulgação e a coleta de dados englobados na construção do PMSB. Com isso, espera-se que informações referentes a datas das audiências públicas, oficinas, entres outros informes, sejam disseminadas por meios de comunicação, os quais devem ser selecionados de forma que o maior número possível de cidadãos seja alcançado.

Conforme o IBGE (2010), de um total de 7.009 domicílios particulares permanentes em Caxambu, em 6.791 havia televisão, em 2010, e em 6.287 havia rádio. Ademais, em somente 2.609 das residências no município tinha microcomputador, sendo que 1.952 desse total tinha acesso à internet. A respeito do telefone celular, este equipamento estava presente em 5.899 moradias, em 2010, ainda segundo o IBGE, como apresentado na Tabela 29.

Tabela 29 – Meios de comunicação presente nos domicílios

Meio de comunicação	Número de domicílios
TV	6.791
Microcomputador	2.609
Com acesso à internet	1.952
Rádio	6.287
Telefone celular	5.899
Telefone fixo	2.669

Fonte: IBGE, 2010

Além disso, como exposto nos Produto A e B, as formas de comunicação em Caxambu que merecem destaque compreendem o contato via Agentes Comunitários de Saúde (ACS), a divulgação por meio de *Whatsapp* e *Facebook*, bem como a Rádio 90,3 FM.

Ressalta-se, nesse contexto, a disseminação de informações proporcionada pelas ações de mobilização social realizadas nas escolas e comunidades por meio dos Agentes Comunitários de Saúde, com destaque para o Programa Saúde na Escola, pelo qual são realizadas palestras educativas com informações básicas de saúde e higiene.

2.6.4. Transporte

A verificação dos meios de transporte existentes no município é essencial para a avaliação do modo de locomoção das famílias, o que auxilia na definição de formas de inclusão e pontos estratégicos de realização de oficinas setoriais, palestras e eventos de mobilização social, de modo que uma elevada gama de cidadãos tenha capacidade de participação.

De acordo com o IBGE (2010), somente 2.712 domicílios possuem automóvel para uso particular, de um total de 7.009 domicílios particulares permanentes existentes em Caxambu, como disposto na Tabela 30. Ademais, há 896 residências com motocicleta para uso particular no município (IBGE, 2010).

Tabela 30 – Meios de transporte presentes nos domicílios

Meio de transporte	Número de domicílios
Automóvel para uso particular	2.712
Motocicleta para uso particular	896

Fonte: IBGE, 2010

2.6.5. Cemitério

Os cemitérios são potenciais causadores de impactos ambientais negativos, principalmente em razão do necrochorume gerado durante a decomposição dos corpos. Para uma análise quantitativa desse fato, por sua vez, sabe-se que na putrefação de cada corpo, são produzidos cerca de 30 a 40 litros de necrochorume, substância composta, majoritariamente, por água, além de sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis. Está presente nessa solução, também, uma ampla quantidade de bactérias e vírus associados a doenças de veiculação hídrica (BACIGALUPO, 2012). Nesse sentido, o processo de decomposição dos corpos pode acarretar na contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a depender da distância entre o cemitério e os corpos hídricos, assim como da geologia e pedologia do local, tornando-se essencial a realização de estudos geotécnicos para se definir a viabilidade técnica da instalação do cemitério.

Por proporcionar alto risco de poluição ambiental e à saúde da população, os cemitérios devem, preferencialmente, ser localizados em áreas afastadas do centro urbano, embora encontrem-se cemitérios integrados à zona urbana. Nesse âmbito, configura risco sanitário a relação próxima da população com áreas de cemitérios, quando há, nessas áreas, ausência ou inadequação de serviços públicos de saneamento básico (NOGUEIRA, JÚNIOR e COIMBRA, 2013). Nesse contexto, a população residente no entorno dos cemitérios estará sujeita a diversos riscos de saúde de maneira direta, caso usufruam da água captada por poços, sem tratamento adequado (BACIGALUPO, 2012), como pela exposição a doenças de veiculação hídrica, dentre elas: febre tifóide, paratifóide, cólera e outras (NOGUEIRA, JÚNIOR e COIMBRA, 2013).

A situação de gestão do Cemitério Municipal de Caxambu está melhor explorada no item 0 do presente documento, relativo aos resíduos cemiteriais.

2.7. Eixos de desenvolvimento local

A análise do parcelamento, uso e ocupação do solo, bem como das áreas de expansão urbana é importante para o planejamento dos serviços públicos de saneamento básico, porque assim podem ser identificadas demandas de implantação e/ou ampliação de sistemas em função da distribuição e crescimento da população nas áreas urbanas e rurais do município, ao longo do tempo. Por exemplo, o mapeamento de áreas de expansão da urbanização indica as áreas onde

pode haver aumento na demanda por serviços de saneamento básico pelo aumento da população no local.

Assim, o zoneamento municipal é uma ferramenta estratégica que pode ser utilizada para definir áreas de levantamento da situação sanitária do território municipal e para planejar as ações de adequação do saneamento básico com o tempo – o horizonte de planejamento. Em Caxambu, a Lei Complementar n° 11/2000, art. 5, estabelece o zoneamento do município, e o divide nas seguintes zonas:

I) ZR1 - Zona Residencial 1;

II) ZR2 - Zona Residencial 2;

III) ZR3 - Zona Residencial 3;

IV) ZR4 - Zona Residencial 4;

V) ZIH - Zona de Interesse Histórico;

VI) ZI - Zona Industrial;

VII) ZPP - Zona de Preservação Permanente do Morro de Caxambu e do Parque das Águas;

VIII) ZOD – Zona de Ocupação Desestimulada;

IX) ZIS - Zonas de Interesse Social;

X) ZRU - Zona Rural;

XI) ZU – Zona Universitária;

XII) APA - Área de Proteção Ambiental;

XIII) ATP - Área de Tratamento Paisagístico.

Com relação à expansão urbana, o Município de Caxambu possui a Lei Complementar n° 11/2000, que divide a área urbana do município em duas macrozonas, conforme art. 2°, sendo elas: I) Perímetro Urbano atual; II) Áreas de Expansão Urbana, as quais são definidas pelo art. 4°, da mesma Lei, em:

> I – Toda a área do loteamento Portal de Caxambu, prolongada até o limite atual do perímetro urbano;
>
> II – A área formada pelo prolongamento da linha limítrofe ao sul do perímetro até encontrar a estrada formada pelo leito da antiga estrada de ferro, seguindo-se por esta até o eixo da primeira bifurcação à direita, onde se gera um ponto a partir dos dois eixos, que segue em direção ao ponto localizado no eixo da Av. José Ferreira Leite, situado a 1.200 m. (mil e duzentos metros) do eixo da Av. Floriano Peixoto; deste ponto, na mesma direção, avança-se até 100 m. (cem metros), até seguir em direção ao norte, acompanhando a Av. José Ferreira Leite; seguindo-se por esta linha até encontrar o limite atual do perímetro urbano; seguindo-se por este até o ponto inicial.

III – A área compreendida pelo loteamento Vila Verde (CAXAMBU, 2005).

Ambas as referidas Leis municipais deverão ser consideradas no sentido de acrescentarem-se informações úteis à programação das ações públicas em prazos de execução. O zoneamento estabelecido por essas mesmas leis serve, também, como alicerce para o acompanhamento da implementação do PMSB, pois mudanças no processo de ocupação do solo podem refletir em alterações nas demandas pelos serviços, forma de distribuição e ampliações de sistemas.

2.8. Vocações econômicas

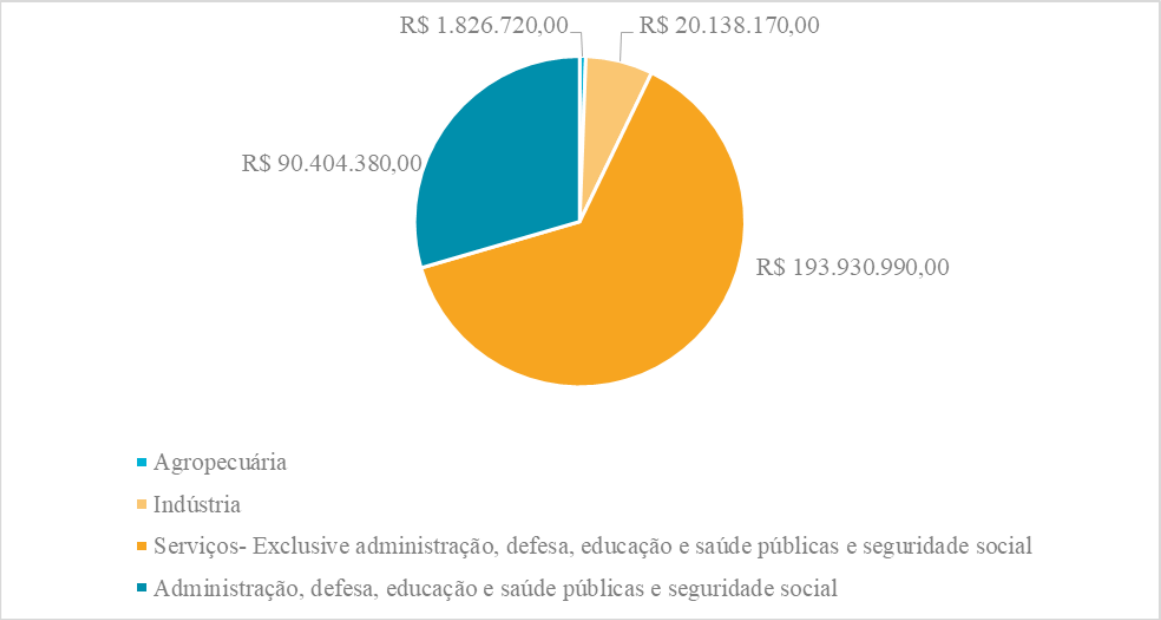
O município de Caxambu detinha um Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes equivalente a R$ 329.263.180,00 em 2017, segundo o IBGE, e um PIB *per capita* de R$12.610,45. O rendimento mensal domiciliar *per capita* referia-se a R$ 510,00, em 2010, na zona urbana do município, e a R$ 475,00 na zona rural (IBGE, 2010).

Conforme o IBGE (2010), a população economicamente ativa (PEA) de Caxambu, isto é, aquela inserida de forma remunerada no mercado de trabalho ou que está à procura de alguma atividade, corresponde a 11.006 pessoas, sendo 5.886 do sexo masculino e 5.120 do sexo feminino, e tem o maior número na faixa etária de 25 a 29 anos, com 1.370 pessoas. Já a população não economicamente ativa (PNEA), ou seja, aquela que não deveria estar no mercado de trabalho e não está à procura de alguma atividade, é composta por 7.971 pessoas, sendo 3.245 do sexo masculino e 4.726 do feminino (IBGE, 2010).

A respeito do rendimento nominal, pessoas com 10 anos ou mais de idade, pertencentes a condição de atividade economicamente ativa, detinham o valor de rendimento nominal médio mensal igual a R$ 1.718,36 e as relativas a condição não economicamente ativa tinham o valor de R$ 994,22 (IBGE, 2010).

Do valor total do PIB de 2017 do município, a maior parcela é proveniente de serviços, como exposto na Figura 39. Em seguida, têm-se a contribuição econômica dos setores administração, defesa, educação e saúde pública e seguridade social, com R$ 90.404.380,00. O terceiro maior setor econômico é a indústria, com valor arrecadado de R$ 20.138.170,00. Já o menor setor equivale a agropecuária, com R$ 1.826.720,00 (IBGE, 2017). Faz-se esclarecer que os valores arrecadados correspondem a um ano de atividade.

Figura 39 – Participação dos setores econômicos no PIB de Caxambu



Fonte: IBGE, 2017

Conforme informações do Censo Agropecuário de 2017, na área agrícola de Caxambu, a maior produção corresponde ao milho forrageiro, alcançando 3.749 toneladas, seguido da cana-de-açúcar forrageira, com 949 toneladas, e do milho, com 356 toneladas (IBGE, 2017). Além disso, há, ainda, a produção de mandioca, feijão, cana-de-açúcar, abóbora, moranga, jerimum, uva, maracujá, figo, laranja, café, amora e atemoia (IBGE, 2017). Em relação à pecuária, o maior número de estabelecimentos está voltado para bovinos, totalizando 86, tendo, também, a criação de asininos, caprinos, equinos, galináceos, muares, ovinos, patos, gansos, marrecos, perdizes e faisões, perus e suínos (IBGE, 2017).

A partir dos dados do IBGE, verifica-se que em Caxambu a atividade agropecuária, praticada em áreas rurais do município, é bastante variada, incluindo-se produção de frutas, grãos, legumes, tubérculos, etc, e diversos ramos da pecuária. No tocante ao saneamento básico, importa diagnosticar a situação sanitária nos domicílios e peridomicílios rurais no sentido de verificar as condições de disponibilidade hídrica e qualidade da água tanto para consumo humano e de atividades domésticas, quanto para as atividades agropecuárias pelas quais as famílias rurais são responsáveis. Outrossim, as formas de esgotamento sanitário, e de manejo de resíduos sólidos importam para verificar o grau de higiene e sanitização do espaço onde se desenvolvem as atividades agrárias e da potencialidade de promoção da saúde das famílias rurais. O levantamento das formas de manejo de águas pluviais nas áreas rurais importa para verificar em que medida há soluções que possibilitam a convivência com o espaço de maneira

a aproveitar o recurso hídrico que as chuvas oferecem, assim como para conduzir as águas pluviais por escoamentos que evitem a erosão e o transporte de sedimentos. A adequação do saneamento básico nas áreas rurais promove melhorias relativas ao uso e ocupação do solo rural e, nesse sentido, é promotora do desenvolvimento da produção agrária municipal, e da saúde da população.

2.9. Calendário de eventos e seus impactos nos serviços de saneamento básico

O calendário de eventos de Caxambu foi fornecido pela Secretaria Municipal de Turismo, Cultura, Esporte e Lazer e está apresentado na Figura 40.

Figura 40 – Calendário de eventos de Caxambu

3. QUADRO INSTITUCIONAL DA POLÍTICA E DA GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

3.1. Principais fontes sobre as políticas nacionais de saneamento básico

A elaboração de um plano municipal de saneamento básico pauta-se em levantamentos de dados primários (coletados por meio de visitas de campo, oficinas participativas, entrevistas com gestores municipais e prestadores de serviços, dentre outros), somado aos dados secundários, coletados em diferentes fontes de informações. As informações e dados secundários sobre o saneamento básico e temas correlatos, vinculados e disponibilizados em bases de dados (preferencialmente dados abertos) e sistemas de informações, subsidiam a elaboração de PMSBs, possibilitando a transcrição, correlação e discussão dos dados, além de comparações das informações com a realidade atual e situação local, por meio dos dados primários coletados. O conhecimento das fontes de dados secundários pode auxiliar os gestores municipais e prestadores de serviços de saneamento nos processos contínuos de revisão dos planos.

Portanto, na Tabela 31 é apresentado o compilado de fontes de dados e informações secundárias, relacionadas, direta ou indiretamente, aos quatro componentes do saneamento básico. Essas fontes foram utilizadas para elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxambu. Assim, sugere-se que tais fontes sejam exploradas pelos gestores municipais, prestadores de serviços e população em geral, buscando conhecer seu funcionamento, além de acompanhar e monitorar as atualizações de dados e informações contidas nos bancos de dados, de modo a nortear as futuras revisões do PMSB

Tabela 31 – Principais fontes de políticas nacionais com interface com o saneamento básico

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
Agência Nacional de Águas - ANA	Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água	• Informações sobre mananciais de captação, demandas urbanas e croquis dos sistemas de abastecimento. • Aglomerados urbanos, situação da oferta água, planejamento e colaboradores no estado e municípios.	http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8#
	Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas	• Diagnóstico da situação do esgotamento sanitário (Índice de atendimento e carga de esgoto – kg DBO/dia) e implicações na qualidade dos corpos d'água. • Alternativas técnicas, soluções propostas e investimentos. • *Shapefile* dos temas do Atlas de Esgotos.	http://atlasesgotos.ana.gov.br
	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - Snirh	• Informações sobre recursos hídricos (divisão hidrográfica, quantidade de água, qualidade da água, usos da água, balanço hídrico, eventos hidrológicos críticos, planejamento, regulação e fiscalização e programas).	http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico
Agência Nacional de Mineração – ANM	ANM	• Informações sobre planejamento, gestão e transparência da ANM. Engloba temas sobre barragens, sustentabilidade, pesquisa, produção e água mineral.	http://www.anm.gov.br/
Agência Reguladora dos Serviços de Água e Esgoto de Minas Gerais - Arsae-MG	Arsae-MG	• Informações sobre os contratos de prestações de serviços de água e esgoto em Minas Gerais. • Dados sobre relatórios de regulação e fiscalização elaborados pela Arsae-MG.	http://www.arsae.mg.gov.br/
Articulação no Semiárido Brasileiro – ASA	Mapa de Tecnologias Sociais	• Tecnologias sociais construídas pela ASA por município.	https://www.asabrasil.org.br/mapatecnologias/
Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais - Codemig	Serviço Geológico do Brasil - CPRM	• Base de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - Siagas.	http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php
		• Bases cartográficas e informações sobre geologia e hidrogeologia.	http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/#col-form-download-tab
Confederação Nacional de Municípios - CNM	CNM	• Dados sobre a Situação de Emergência - SE ou Estado de Calamidade Pública - ECP.	https://cnm.org.br/projeto-infografico-calamidades/#prejuizos-provocados

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - Datasus	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - Cnes	• Informações sobre estabelecimentos de saúde.	http://cnes.datasus.gov.br/pages/estabelecimentos/consulta.jsp
	Sistema de Informação de Atenção Primária –Siab	• Base de dados e informações sobre cadastros de famílias, condições de moradia e saneamento, situação de saúde, etc.	http://www2.datasus.gov.br/SIAB/index.php
Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam	Caracterização gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Estado de Minas Gerais	• Resultado do estudo de composição gravimétrica em municípios de Minas Gerais (geração *per capta*).	http://feam.br/inicio/15/1594-caracterizacao-gravimetrica-dos-residuos-solidos-urbanos-do-estado-de-minas-gerais-analise-das-respostas-ao-oficio-no-0032015-gerubfeamsisema-
	Publicações Programa Minas Sem Lixões	• Cartilha de orientações: Estudo gravimétrico de Resíduos Sólidos Urbanos e outras.	http://www.feam.br/component/content/article/15/2010-publicacoes-pmsl
	Qualidade do solo e áreas contaminadas	• Banco de dados com informações sobre a identificação de áreas contaminadas (atualização anual).	http://www.feam.br/-qualidade-do-solo-e-areas-contaminadas/inventario-e-lista-de-areas-contaminadas
Fundação João Pinheiro - FJP	Infraestrutura Estadual de Dados Especiais de Minas Gerias - Iede	• Relação de divisões territoriais distritais dos municípios mineiros.	http://novosite.fjp.mg.gov.br/territorios/
		• Mapeamento básico terrestre (hidrografia, relevo, vegetação, sistemas de transportes, localidades e limites). • Desmatamentos nos municípios mineiros. • Mapas e documentos.	http://iede.fjp.mg.gov.br/Catalogo.html
	Lei Robin Hood	• Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS Ecológico e repasses a municípios. Índices, mapas e dados básicos (econômicos, sociais, ambientais, financeiros, etc.).	http://fjp.mg.gov.br/robin-hood/index.php/extrato
	Publicações	• Informações referentes à educação, desenvolvimento municipal e regional, indicadores sociais, informações territoriais, saneamento, saúde, etc.	http://novosite.fjp.mg.gov.br/publicacoes/
Fundação Nacional do Índio - Funai	Funai	• Dados sobre os povos indígenas no Brasil.	http://www.funai.gov.br/

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
Governo do Estado de Minas Gerais	Mapa de Resultados - Minas em números	• Características gerais, perfil do território, e informações sobre indicadores educacionais, sociais, de saúde, segurança pública, infraestrutura e economia (Perfil Regional). • Informações gerais e histórico, indicadores temáticos: perfil demográfico, econômico e social (Perfil Municipal). • Consulta de mapas, tabelas e gráficos com os indicadores temáticos de Minas Gerais (Painel de Indicadores).	http://www.numeros.mg.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=MapaResultados.qvw&host=QVS%40vm13532&anonymous=true
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE	Banco Multidimensional de Estatísticas – BME	• Dados gerais (Censos: 1980, 1991, 2000 e 2010, Produto Interno Bruto – PIB, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, etc).	https://www.bme.ibge.gov.br/index.jsp
	IBGE Cidades	• Informações do Censo Demográfico. • População estimada anual e densidade demográfica. • Trabalho e rendimento: Pessoal e população formalmente ocupados. • Educação: Taxa de escolarização e Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Ideb. • Economia: PIB *per capita* e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM. • Saúde: Mortalidade infantil e dados relativos a internações por diarreia. • Território e ambiente: Dados territoriais, cobertura de esgotamento sanitário adequado e urbanização de vias públicas.	https://cidades.ibge.gov.br/
	SIDRA Banco de Tabelas e Estatísticas	• Informações do Censo Demográfico.	https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial
	Portal de Mapas	• Atlas, cartas e mapas, imagens do território, informações ambientais, organização do território, etc.	https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage
Instituto Estadual de Florestas - IEF	Unidades de Conservação – UC	• Informações sobre as Unidades de Conservação Estaduais.	http://www.ief.mg.gov.br/unidades-de-conservacao
		• Informações sobre o processo de regularização fundiária em Unidades de Conservação.	http://www.ief.mg.gov.br/unidades-de-conservacao/regularizacao-fundiaria
Instituto Mineiro de	Portal dos Comitês	• Dados e informações dos 36 Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs instituídos no Estado de Minas Gerais.	http://comites.igam.mg.gov.br/index.php

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
Gestão das Águas - Igam	Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos - Portal Infohidro	• Informações sobre cobrança, cadastro de usuários de recursos hídricos, enquadramento de corpos d'água, Planos Diretores e Plano Estadual, bases cartográficas, e outros.	http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/sistema-de-informacoes-infohidro
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - Incra	Painel de Assentamentos	• Informações sobre os assentamentos existentes no país.	http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php
	Reforma Agrária	• Informações sobre os beneficiários no Processo de Reforma Agrária no país.	http://www.incra.gov.br/pt/reforma-agraria.html
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet	• Banco de dados meteorológicos (precipitação total mensal e anual).	https://bdmep.inmet.gov.br/
Ministério da Cidadania - MC	Bolsa Família e Cadastro Único	• Quantitativo e descrição do perfil (renda *per capita*, situação econômica e pirâmide etária) de pessoas e famílias cadastradas no CadÚnico e Bolsa Família. • Relação de famílias beneficiárias do Bolsa Família e parcela correspondente que está em condição de extrema pobreza. • Relação de famílias por Grupos Prioritários para o Bolsa Família.	https://aplicacoes.mds.gov.br/sagirmps/bolsafamilia/relatorio-completo.html
	Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional - Caisan	• Dados sobre segurança alimentar e nutricional.	http://mds.gov.br/caisan-mds
	Fundação Cultural Palmares – FCP	• Informações sobre o cadastro das comunidades quilombolas, bem como a promoção e preservação dos valores culturais, históricos e sociais do patrimônio Afro Brasileiro e da cultura Negra	http://www.palmares.gov.br/?page_id=95

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
	Painel de Monitoramento	• Quantitativo de pessoas e pirâmide etária de famílias beneficiárias do Bolsa Família. • Quantitativo de famílias cadastradas no CadÚnico, pirâmide etária e situação de acordo com a renda *per capita* mensal. • Perfil por faixa etária, sexo raça/cor, faixa de renda de pessoas cadastradas. • Situação do domicílio: tipo de iluminação elétrica, destinação de resíduos, abastecimento de água e escoamento sanitário. • Demais informações: benefícios, condicionalidades, Índice de Gestão Descentralizada - IGD.	https://aplicacoes.mds.gov.br/sagirmps/bolsafamilia/painel.html
	Relatório de Informações Sociais	• Relação de famílias que receberam o Benefício de Superação da Extrema Pobreza. • Informações demográficas: quantitativo e descrição do perfil da população em situação de extrema pobreza.	http://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/RIv3/geral/index.php
	Segurança Alimentar e Nutricional - SAN nos Municípios	• Característica demográficas. • Indicadores de SAN (produção de alimentos, renda e vulnerabilidade e saúde: vigilância nutricional e estatísticas vitais). • Informações sobre o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - Sisan: (Estruturação, Programas e ações da Políticas Nacional de SAN, Políticas de incentivo à produção e à comercialização da agricultura familiar, Políticas de San voltadas para povos e comunidades tradicionais, Políticas de Educação Alimentar e Nutricional, Políticas de promoção do acesso à água).	https://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/FerramentasSAGI/grupo.php?id_grupo=209
Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2iD	• Registro de desastres, incluindo os relacionados a drenagem e manejo de águas pluviais (estiagem, seca, enxurradas, alagamentos e inundações). • Série histórica, relatórios, dados da gestão de riscos e atlas brasileiro.	https://s2id.mi.gov.br/
	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Snis	• Banco de dados com informações preenchidas por operadores, sobre os serviços de saneamento básico prestados no município.	http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/
		• Painéis interativos com informações sobre os serviços de saneamento básico nos municípios, estados e país.	http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
		• Diagnóstico da prestação do serviço de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais.	http://www.snis.gov.br/
Ministério da Educação - MEC	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Inep	• Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Ideb, resultados e metas.	http://ideb.inep.gov.br/
Ministério da Infraestrutura	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - Dnit	• Atlas e mapas multimodais e *shapefiles* de rodovias e ferrovias.	https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/infraestrutura-rodoviaria
Ministério do Meio Ambiente - MMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama	• Legislações pertinentes, direta e indiretamente, a aspectos relacionados ao saneamento em âmbito nacional.	http://www2.mma.gov.br/port/conama/
	Painel Resíduos Sólidos Urbanos	• Banco de dados interativo com informações gerais e indicadores sobre cólera de resíduos sólidos, etc.	https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGVkYTRiZTktMGUwZS00OWFiLTgwNWYtNGQ3Y2JlZmJhYzFiIiwidCI6IjJiMjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTYzNDY3NTJmMDNlNCIsImMiOjF9
	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - Sinir	• Dados sobre planejamento e execução da gestão de resíduos sólidos, realidade da coleta e geração de resíduos. • Consulta a acordos setoriais sobre sistemas de logísticas reversas implantados/ em implantação.	https://sinir.gov.br/
Ministério da Saúde - MS	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - Cnes	• Relação detalhada do quantitativo de equipes de saúde.	http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Equipes.asp
	Dados de Doenças Diarreicas Agudas - DDA	• Casos de DDA por município e por ano.	https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-diarreicas-agudas/43216-dados
	Informação e Gestão da Atenção Básica – e-Gestor Atenção Básica	• Relatórios sobre cobertura da atenção básica e cobertura de agentes comunitários de saúde.	https://egestorab.saude.gov.br/paginas/acessoPublico/relatorios/relHistoricoCobertura.xhtml

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - Sisagua	• Armazenamento de informações cadastrais sobre os sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, e qualidade da água das formas cadastradas. • Dados, gerados pelos profissionais do setor de saúde (Vigilância) e responsáveis pelos serviços de abastecimento de água (controle). • Dados de controle, publicações, formulário e documentos de apoio.	https://dados.gov.br/dataset?tags=SISAGUA
	Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - Sisvan	• Dados e documentos referentes às ações de Vigilância Alimentar e Nutricional. • Indicadores nutricionais da população (peso e altura da fração infantil). • Informações nutricionais, e respectivas causa e efeito.	https://sisaps.saude.gov.br/sisvan/
Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União	Portal da Transparência	• Acompanhamento dos convênios e contratos firmados dos órgãos federais para os estados e municípios. • Fiscalização dos valores repassados dos órgãos federais para os estados e municípios.	http://www.portaltransparencia.gov.br/
Observatório do Clima e Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa - Seeg	Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil - MapBiomas	• Mapas e série histórica dos usos de terra e cobertura.	https://mapbiomas.org/
Portal da Vigilância em Saúde – Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais	Sala de Situação Municipal	• Dados de saúde agrupados em categorias (Perfil socioeconômico e demográfico, Perfil epidemiológico, Gestão do Sistema Único de Saúde - SUS, Pacto Interfederativo, etc.). • Relatórios sobre cobertura da atenção básica e agentes comunitários de saúde.	http://vigilancia.saude.mg.gov.br/index.php/sala-de-situacao-municipal/
	Vigilância em Saúde	• Informações das vigilâncias epidemiológica, ambiental, saúde do trabalhador e sanitária. • Boletim epidemiológico e informações de doenças relacionadas ao saneamento. • Consulta de dados e documentos de interesse público.	http://vigilancia.saude.mg.gov.br/

Domínio/Elaboração	Plataforma/Site	Dados/Informações encontradas	*Link* para acesso
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - Pnud / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea / Fundação João Pinheiro - FJP	Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - Atlas Brasil	• Caracterização do território. • Perfil demográfico, dinâmica populacional e estrutura etária. • Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM e componentes: educação, longevidade e renda e Índice Gini. • Dados relativos a trabalho, indicadores de habitação e vulnerabilidade social.	http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad	Sistema Integrado de Informações Ambientais - Siam	• Normas pertinentes, direta e indiretamente, a aspectos relacionados ao saneamento em âmbito nacional e estadual.	http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do
Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Sisema-MG	Infraestrutura de Dados Espaciais - IDE-Sisema	• Dados geoespaciais (hidrografia, relevo, vegetação, solos, uso e cobertura da terra, clima e meteorologia, biodiversidade, gestão de resíduos, etc.), mapas base, atributos.	http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/
Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais - TCE	Fiscalizando com o TCE/Minas Transparente	• Acompanhamento e fiscalização dos valores repassados do estado para os municípios. • Acompanhamento dos gastos do Governo Estadual.	https://fiscalizandocomtce.tce.mg.gov.br/#/inicio
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG / Fundação Nacional de Saúde - Funasa / Ministério da Saúde - MS / Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz	InfoSanbas	• Fonte de dados abertos sobre saneamento, comunidades tradicionais, condições de saúde e saneamento nas escolas, localização dos municípios, etc.	https://InfoSanbas.org.br/
Universidade Federal de Viçosa - UFV	Atlas Digital das Águas de Minas	• Informações hidrológicas, Panorama Hídrico, etc.	http://www.atlasdasaguas.ufv.br/atlas_digital_das_aguas_de_minas_gerais.html

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Em relação às estruturas institucionais do governo federal, destaca-se a atuação da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), vinculada ao Ministério da Saúde. A Funasa foi instituída pelo Decreto Federal nº 100, de 16 de abril de 1991 (BRASIL, 1991) e representa um marco na estrutura legal e institucional do saneamento no Brasil, principalmente, para a promoção do saneamento e saúde em municípios brasileiros de pequeno porte, com até 50.000 habitantes. A partir do Decreto Federal nº 8.867, de 03 de outubro de 2016, a Funasa passou a ser a instituição responsável pelo fomento de soluções de saneamento para prevenção e controle de doenças (BRASIL, 2016).

Os investimentos implementados pela Fundação visam a efetivação da saúde preventiva e à universalização do acesso aos serviços de saneamento básico. Conforme Funasa (2020), dentre as ações de apoio técnico-ambiental, financeiro e administrativo para municípios de pequeno porte, caso do município de Caxambu, no âmbito do saneamento, cabem destacar:

- Implantação de Melhorias Habitacionais para Controle da Doença de Chagas (MHCDC), que consistem em melhoria das condições físicas e sanitárias das habitações e do peridomicílio[9].
- Ações para viabilização de sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário em municípios com população de até 50.000 habitantes, em conformidade com as respectivas necessidades.
- Implantação de Melhorias Sanitárias Domiciliares (MSD), com o objetivo de atender às necessidades básicas de saneamento das famílias, por meio de instalações relacionadas ao uso da água, à higiene e ao destino adequado dos esgotos domiciliares.
- Atividades integrantes do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), realizando acompanhamento de obras em execução do PAC1 e PAC2, com a programação de execução de obras de saneamento em mais de 1.000 municípios.
- Ações de implementação de projetos de coleta e reciclagem de materiais (diretamente com cooperativas e associações de catadores), com o objetivo de fomentar a ampliação da área de cobertura dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, por meio do financiamento e elaboração de projetos de aterro

[9] Peridomicílio foi definido como a área existente ao redor do domicílio, num raio não superior a cem metros (OLIVEIRA-LIMA e colaboradores, 2000).

sanitário e construção de galpão de triagem, bem como o financiamento para aquisição de veículos e equipamentos.

- Implementação das ações de saneamento em áreas rurais de todos os municípios brasileiros, inclusive no atendimento às populações remanescentes de quilombos, assentamentos rurais e populações ribeirinhas, conforme definido pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Destaca-se, ainda, a elaboração do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), entre 2015 e 2019, com parceria da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Fiocruz/RJ e Movimentos Sociais do Campo, Floresta e das Águas (Grupo da Terra).
- Ações estratégicas preventivas de Saúde Ambiental para a redução dos riscos à saúde humana e ações de estudos e pesquisas na área de saneamento e de saúde ambiental.
- Execução do Programa Nacional de Apoio ao Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano (PNCQA), que busca fomentar e apoiar tecnicamente os estados, Distrito Federal e municípios no desenvolvimento de ações, planos e políticas para as ações de controle da qualidade da água para consumo.
- Ações de Educação em Saúde Ambiental, entendida como um conjunto de práticas pedagógicas e sociais, de conteúdo técnico, político e científico, que contribuem efetivamente na formação e no desenvolvimento da consciência crítica do cidadão, estimulando a participação, o controle social e sustentabilidade socioambiental.
- A Funasa ainda atua no apoio a elaboração de materiais de referência para o saneamento no Brasil, com destaque para as reedições da publicação: *Manual de Saneamento da Funasa*, cuja primeira edição completou 75 anos em 2019.

Dentre as ações conduzidas pela Funasa, destaca-se o apoio à elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico, com linhas de financiamento específicas para este fim. Entre os projetos financiados por esta ação, está o Projeto SanBas no âmbito do qual está sendo desenvolvido o presente PMSB.

Ainda no âmbito da saúde, cabe ressaltar a Lei Federal nº 8.080/1990, que criou o Sistema Único de Saúde (SUS) e trouxe como obrigação desse sistema promover, proteger e recuperar a saúde, englobando a promoção de ações de saneamento básico e de vigilância sanitária (BRASIL, 1990). Em diversas definições e determinações da referida Lei, o saneamento

básico assume papel central na política de saúde pública, reconhecendo a importância do saneamento básico para a melhoria das condições de saúde da população.

Sobre a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), destaca-se que a mesma corresponde à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), também conhecida como Lei das Águas. Essa lei determina os aspectos legais para a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos. Ademais, ela cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), promove a implementação dos comitês de bacias hidrográficas e a elaboração dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas. Sua importância para o saneamento básico volta-se, especialmente, para a identificação dos cursos d'água passíveis para o abastecimento de água da população, um dos eixos do saneamento básico, assim como para outros usos.

Complementarmente, a Lei Federal nº 10.257/2001, em seu artigo 2º, traz como diretriz da Política Urbana a garantia, dentre outros, do direito ao saneamento e estabelece, também, a competência da União nas questões da Política Urbana. Conforme disposto no artigo 3º, o saneamento básico está incluído no rol de atribuições de interesse da Política Urbana (BRASIL, 2001).

Ainda no tocante ao marco institucional federal importante ressaltar a criação, em 2003, do Ministério das Cidades (MC) e, no âmbito desse Ministério, da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) (BRASIL, 2016). É necessário ressaltar que, a partir de 2019, a SNSA, responsável pela gestão institucional da área de saneamento no Brasil, no nível federal, está a cargo do então, atual Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR, 2020a).

Entre as ações conduzidas pela SNSA, esteve a coordenação da elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), aprovado pelo Decreto Presidencial n° 8.141, de 20 de abril de 2013, e pela Portaria Interministerial n° 571, de 5 de dezembro de 2013 (BRASIL, 2013a; BRASIL, 2013b). A elaboração do Plansab foi prevista na lei de diretrizes nacionais para o saneamento básico – Lei Federal nº 11.445/2007, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217/2010 (BRASIL, 2007; BRASIL,2010a).

O Plansab foi formulado por meio de um processo planejado em três etapas: 1) a formulação do "Pacto pelo Saneamento Básico: mais saúde, qualidade de vida e cidadania", que marcou o início do processo de elaboração do Plansab no ano de 2008; II) a elaboração, de 2009 a 2010,

do estudo denominado Panorama do Saneamento Básico no Brasil; III) uma "Consulta Pública", que submeteu a versão preliminar do Plansab à sociedade, em 2019.

Ainda no âmbito do Ministério do Desenvolvimento Regional, destaca-se a competência compartilhada entre a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental e a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec) para o componente manejo de águas pluviais nas áreas urbanas (MDR, 2020a). Ademais, a Lei Federal nº 12.608/2012 (BRASIL, 2012), dentre outras providências, instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e autorizou a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres.

A Lei Federal nº 11.445/2007, também conhecida como a Lei do Saneamento Básico, e seu respectivo regulamentador - Decreto Federal nº 7.217/2010 definem conceitos importantes para o saneamento básico, além de estabelecerem os princípios fundamentais que devem balizar a área de saneamento no Brasil e regulamentar a prestação, fiscalização, avaliação e planejamento dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2007; BRASIL, 2010a). Ao regulamentar o processo de planejamento, a Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) estabelece que o mesmo deve compreender os quatro componentes do saneamento básico.

O Decreto Federal nº 7.217/2010, por sua vez, define que a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico deve observar a participação social:

> Art. 23: O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto:
>
> I - elaborar os planos de saneamento básico, observada a cooperação das associações representativas e da ampla participação da população e de associações representativas de vários segmentos da sociedade, como previsto no art. 2º, inciso II, da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001; (BRASIL, 2010a)

Em relação ao conteúdo mínimo do plano de saneamento, a Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) e Decreto Federal nº 7.217/2010 (BRASIL, 2010a) estabelecem que:

> Art. 25. A prestação de serviços públicos de saneamento básico observará plano editado pelo titular, que atenderá ao disposto no art. 19 e que abrangerá, no mínimo:
>
> I - diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores de saúde, epidemiológicos, ambientais, inclusive hidrológicos, e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas;
>
> II - metas de curto, médio e longo prazos, com o objetivo de alcançar o acesso universal aos serviços, admitidas soluções graduais e progressivas e observada a compatibilidade com os demais planos setoriais;
>
> III - programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento;

> IV - ações para situações de emergências e contingências; e
>
> V - mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.
>
> § 1º O plano de saneamento básico deverá abranger os serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de manejo de resíduos sólidos, de limpeza urbana e de manejo de águas pluviais, podendo o titular, a seu critério, elaborar planos específicos para um ou mais desses serviços.
>
> [...]
>
> § 9º O plano de saneamento básico deverá englobar integralmente o território do titular (BRASIL, 2010a).

Conforme já exposto, também merece ser destacada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída na Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010 (BRASIL, 2010b; BRASIL, 2010c). Esta Política dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes ligadas à gestão integrada ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, a classificação quanto à origem e à periculosidade. A mencionada Lei ainda define os seis tipos de planos de resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis. Devendo assim ser utilizada como referência na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. A seção IV da referida legislação aborda a possibilidade dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos estarem inseridos no Plano Municipal de Saneamento Básico previsto na Lei Federal nº 11.445/2007.

Portanto, no âmbito legal, as promulgações da Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007 e Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010b) representam dois marcos para os serviços do saneamento básico no Brasil. Ambas as legislações são frutos de mais de duas décadas de intensos debates e representam um amadurecimento da área no país. As prerrogativas legais subsidiam as ações na área e oferecem uma sustentação jurídica para as demandas do saneamento básico. A Lei nº 11.445/2007 e o seu Decreto Regulamentador nº 7.217, estabelecem os princípios fundamentais que orientam a prestação de serviços públicos de saneamento, redefinindo também a estrutura de gestão de serviços que passa a ser caracterizada pelos aspectos de: planejamento, regulação, prestação, fiscalização e controle social (BRITTO, 2018).

Os seguintes marcos legislativos também são fundamentais para organização da política municipal de saneamento: Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, conhecida como Lei de Concessões (BRASIL, 1995); a Lei Federal nº 11.107, de 06 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências (BRASIL,

2005a); bem como a Lei nº 9.507, de 12 de novembro de 1997 que regula o direito de acesso a informações e disciplina o rito processual do *habeas data* e a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 que regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal (BRASIL, 1997b; 2011). Conforme discutido por Peixoto (2020), estas legislações balizam a regularização da delegação da prestação dos serviços de saneamento, bem como disciplinam o acesso a informações sobre a prestação dos serviços. Importante observar que o tema dos instrumentos e mecanismos que garantam o acesso pela Administração Municipal e transparência para a sociedade aos dos dados e informações sobre os serviços de saneamento básico prestados mediante delegação contratual, foi tema de nota técnica específica elaborada pelo especialista João Batista Peixoto, no âmbito do Projeto SanBas (PEIXOTO, 2020).

A respeito das fontes de informação secundárias sobre as políticas de saneamento no Brasil, é importante destacar o papel desempenhado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Snis), sistema de informação vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Regional. Desde 1995, o Snis publica e disponibiliza no site via internet, anualmente, diagnósticos da prestação do Serviço de Abastecimento de Água e do Serviço de Esgotamento Sanitário, com base em banco de dados produzidos por meio do preenchimento voluntário de informações sobre os serviços prestados, por parte dos operadores. A partir de 2002, foram incluídas informações sobre a prestação dos serviços de Manejo de Resíduos Sólidos e, em 2015, foram inseridos os dados da prestação dos serviços de Manejo de Águas Pluviais (BRASIL, 2019).

Cita-se também o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR, 2020b), que integra o registro de desastres ocorridos no território nacional, incluindo desastres relacionados ao componente drenagem e manejo de águas pluviais, como alagamentos e inundações.

O Ministério da Saúde (MS), por sua vez, disponibiliza informações relevantes correlatas ao saneamento básico por meio do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Siságua) e o Sistema de Informação da Atenção Primária (Siab).

O Siságua consiste em um instrumento do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo Humano (Vigiágua), construído com base no referido programa e na Portaria n° 2.914/2011 (atualmente Anexo XX da Portaria de Consolidação n° 05/2017).

Segundo o Ministério da Saúde (MS, 2020a), o Siságua "armazena informações cadastrais sobre os sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, bem como sobre a qualidade da água proveniente de cada uma das formas cadastradas".

Quanto ao Siab, foi implementado para o acompanhamento das ações e dos resultados das atividades realizadas pelas equipes do Programa Saúde da Família (PSF), atualmente denominado Estratégia de Saúde da Família (ESF). Por meio do Siab é possível obter informações acerca das condições de moradia e saneamento, bem como situação de saúde (MS, 2020b).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) também é fonte primordial de dados secundários sobre o saneamento básico, com destaque para os dados do Censo Demográfico, da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad).

No tocante ao marco institucional do estado de Minas Gerais, atualmente existe a Subsecretaria de Gestão Ambiental e Saneamento, criada a partir da reestruturação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, por meio do Decreto Estadual nº 47.787, de 13 de dezembro de 2019. Essa subsecretaria tem como competência propor, definir e supervisionar ações no que se refere ao desenvolvimento de políticas públicas de gestão ambiental e de saneamento básico, com atribuições de (MINAS GERAIS, 2019):

> I – gerenciar planos, programas, projetos, parcerias e capacitações no que se refere às políticas públicas de gestão ambiental e de saneamento básico, com vistas a subsidiar o planejamento estratégico do território mineiro;
>
> II – coordenar a formulação e o desenvolvimento de políticas públicas no âmbito de suas competências, e incentivar a participação e o controle social das ações desenvolvidas;
>
> III – articular o intercâmbio de dados, informações ambientais e pesquisas tecnológicas com entidades públicas e privadas, instituições de ensino e pesquisa, e organizações governamentais e não governamentais, para subsidiar definições e ajustes de políticas públicas e decisões no âmbito institucional e governamental, na sua área de competência;
>
> IV – promover, no âmbito de suas competências, a implementação das Políticas Nacionais e Estaduais de Meio Ambiente, de Educação Ambiental, de Saneamento Básico, de Resíduos Sólidos, de Mudança do Clima, além do alinhamento às metas estabelecidas no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da organização das Nações unidas;
>
> V – promover a articulação e o intercâmbio com instituições e organismos nacionais e internacionais, para celebração de acordos, protocolos e outros ajustes, no âmbito de suas competências;

> VI – aprovar propostas de atos normativos e instruções de serviço relacionadas às políticas públicas de gestão ambiental e de saneamento básico, respeitadas as atribuições da Assessoria Jurídica da Semad;
>
> VII – indicar os servidores aptos ao credenciamento para exercer o poder de polícia ambiental no âmbito de suas competências.

Para tanto, a Subsecretaria conta com uma superintendência específica de saneamento e outra específica para a gestão ambiental. Em relação à Superintendência de Saneamento Básico (SUSAB), são a ela subordinadas duas diretorias: Diretoria de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem de Águas Pluviais; e Diretoria de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.

Também vinculado à Subsecretaria de Gestão Ambiental e Saneamento está o Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR), que tem como competência orientar os municípios e a comunidade em geral nas ações que envolvam resíduos sólidos, visando à conscientização pública para a preservação do meio ambiente, geração de trabalho e renda e a consequente melhoria da qualidade de vida da população. Dentre as atribuições do CMRR destacam-se coletar e monitorar dados sobre gestão e gerenciamento de resíduos sólidos; apoiar a celebração, acompanhar e fiscalizar a execução dos convênios, contratos e demais instrumentos dessa natureza, na sua área de competência; contribuir para a elaboração e disponibilização do Panorama Estadual de Saneamento – Componente Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais; apoiar a adoção de programas de coleta seletiva pelos municípios e consórcios intermunicipais; promover a capacitação das cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis; operacionalizar o incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis, sob a denominação Bolsa Reciclagem, nos termos da Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011.

Cabe destacar que, apesar de ainda não possuir Plano Estadual de Saneamento Básico elaborado, o estado de Minas Gerais possui legislação correlata ao saneamento básico, as quais são descritas no item seguinte.

3.2. Legislação e instrumentos legais que definem a política de saneamento básico

O saneamento básico é um pilar fundamental na promoção da saúde pública e bem-estar social, uma vez que ele rege a salubridade ambiental. Tendo em vista que o Art. 225 da Constituição Federal de 1988 que estabelece que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de

vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e futura geração" (BRASIL, 1988a). Ademais, no Art. 23 da Constituição, é disposto que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios têm responsabilidade mútua em: "promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico" (BRASIL, 1988a).

Nesse contexto, são expostos nas Tabela 32, Tabela 33 e Tabela 34 a legislação e os instrumentos federais e estaduais, respectivamente, associados ao saneamento básico, os quais são essenciais para o planejamento municipal dos serviços dessa área, realizado por meio do Plano Municipal de Saneamento Básico. Ressalta-se que aos instrumentos e legislação discutidos no presente item somam-se os discutidos no item anterior que, como já apontado, são fundamentais para organização da política municipal de saneamento do município de Caxambu, para a qual o presente PMSB é um instrumento.

Tabela 32 – Legislação e instrumentos federais associados ao saneamento básico

Legislação/Instrumento	Diretriz
Constituição Federal	
Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988)	Destaques: Art. 30. Compete aos municípios: V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial; Art. 200. Ao sistema único de saúde compete, além de outras atribuições, nos termos da lei: IV - participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico;
Leis	
Lei Federal nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, Criação do Sistema Único de Saúde - SUS (BRASIL, 1990)	Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências.
Lei Federal nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, Lei de Concessões (BRASIL, 1995)	Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos.
Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997a)	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.
Lei Federal nº 9.507, de 12 de novembro de 1997 (BRASIL, 1997b)	Regula o direito de acesso a informações e disciplina o rito processual do *habeas data*.
Leis	
Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001)	Estabelece diretrizes gerais da Política Urbana e dá outras providências.
Lei Federal nº 11.107, de 06 de abril de 2005 (BRASIL, 2005b)	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.
Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007a)	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a Política Federal de Saneamento Básico.

Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010b)	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Lei Federal nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (BRASIL, 2011a)	Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal.
Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012 (BRASIL, 2012b)	Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC e autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres.
Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012a)	Corresponde ao novo Código Florestal Brasileiro. Explana diretrizes e normas para a exploração florestal, a proteção de Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Reserva Legal e a preservação da vegetação nativa. O código influencia diretamente na conservação dos mananciais e dos solos, tendo em vista as restrições referentes à supressão da Mata Ciliar, a preservação da vida aquática e a prevenção de processos erosivos, a qual evita o assoreamento desses cursos d'água. Isso, por sua vez, associa-se a escolha dos mananciais para abastecimento de água, assim como para o lançamento de efluentes tratados e a implantação de sistemas de drenagem de águas pluviais, eixos do saneamento básico.
Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020)	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.
Decretos	
Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934 (BRASIL, 1934)	Institui o Código das Águas. Define a água como um bem comum e dispõe sobre o domínio da União, dos Estados e dos municípios quanto as às águas. Outrossim, associa-se ao saneamento básico no que tange a definição dos sistemas de abastecimento de água para cada localidade do município, assim como da propriedade de poços e nascentes.
Decreto Federal nº 100, de 16 de abril de 1991 (BRASIL, 1991)	Institui a Fundação Nacional de Saúde e dá outras providências.
Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007c)	Regulamenta a Lei Federal n° 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.
Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010 (BRASIL, 2010a)	Estabelece normas para execução da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.
Decreto Federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010c)	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

Decreto Federal nº 7.405, de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010d)	Institui o Programa Pró-Catador, denomina Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Resíduos Sólidos.
Decreto Presidencial nº 8.141, de 20 de novembro de 2013 (BRASIL, 2013c)	Dispõe sobre o Plano Nacional de Saneamento Básico.
Decreto Federal nº 8.867, de 03 de outubro de 2016 (BRASIL, 2016b)	Aprova o Estatuto da Fundação Nacional de Saúde - Funasa.
Portarias	
Portaria nº 321, de 19 de junho de 2008, do Ministério das Cidades (MCIDADES, 2008)	Aprova o manual de operação do programa de apoio à estruturação da gestão e à revitalização de prestadores públicos de serviços de saneamento básico.
Portaria nº 481, de 25 de setembro de 2012, do Ministério das Cidades (MCIDADES, 2012)	Dispõe sobre a regulamentação dos requisitos mínimos e dos procedimentos para aprovação de projetos de investimento considerados prioritários em infraestrutura para o setor de saneamento básico.
Portaria Interministerial nº 571, de 5 de dezembro de 2013, do Ministério das Cidades (MCIDADES, 2013)	Aprova o Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab.
Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde (MS, 2017)	Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde - SUS.
Portaria n° 315, de 11 de maio de 2018, do Ministério das Cidades (MCIDADES, 2018a)	Regulamenta os requisitos e os procedimentos para aprovação e acompanhamento de projetos de investimento considerados como prioritários na área de infraestrutura para o setor de saneamento básico
Portaria n° 719, de 12 de dezembro de 2018, do Ministério das Cidades (MCIDADES, 2018b)	Institui metodologia para auditoria e certificação de informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Snis.
Portaria nº 3.174, de 2 dezembro de 2019, do Ministério da Saúde (MS, 2019)	Dispõe sobre o Programa Nacional de Saneamento Rural e dá outras providências.
Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (MS, 2021)	Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade
Resolução	
Resolução CC/FGTS nº 476, de 31 de maio de 2005, do Conselho Curador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (CC/FGSTS, 2005)	Aprova o programa saneamento para todos.
Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005a)	Dispõe sobre a classificação e enquadramento dos corpos hídricos, conforme o uso de cada recurso hídrico, assim como as condições e padrões de qualidade das águas. Verifica-se a importância dessa resolução no âmbito dos planos municipais de saneamento básico no que tange a preservação da qualidade dos cursos d'água e a escolha de mananciais para o abastecimento de águas.
Resolução Conama nº 430, de 05 de maio de 2011 (CONAMA, 2011a)	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Verifica-se a importância dessa resolução no âmbito dos planos municipais de saneamento básico no que tange a normas a serem seguidas para o lançamento dos efluentes tratados em cursos d´água.

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Especificamente, sobre o componente manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana destacam-se as normativas a seguir, que orientam o exercício da titularidade dos municípios na prestação dos serviços de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos especiais. Importante frisar também que este tema foi objeto de nota técnica específica elaborada no âmbito do Projeto SanBas, em 2020, pelas especialistas: Liséte Celina Lange; Cynthia Fantoni Alves Ferreira; Luciana Alves Rodrigues Macedo (LANGE, FERREIRA e MACEDO, 2020).

Tabela 33 – Legislação e instrumentos federais associados ao saneamento básico

Âmbito Federal	
Marco normativo	**Importância**
Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 (BRASIL, 1989)	Lei dos Agrotóxicos. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 9, de 31 de agosto de 1993 (BRASIL, 1993)	Estabelece definições e torna obrigatório o recolhimento e destinação adequada de todo o óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999 (BRASIL, 1999)	Dispõe sobre o descarte, coleta, reutilização, reciclagem e tratamento de pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos
Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 (BRASIL, 2002).	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004 (ANVISA, 2004a)**.**	Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004 (BRASIL, 2004b).	Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 (BRASIL, 2005b).	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências

Âmbito Federal	
Marco normativo	**Importância**
Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005 (BRASIL, 2005c).	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
Resolução CONAMA n° 401, de 4 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008)	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009 (BRASIL, 2009)	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011(BRASIL, 2011).	Altera o art. 3o da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece nova classificação para o gesso.
Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012a).	Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA.
Resolução CONAMA nº 450, de 6 de maio de 2012 (BRASIL, 2012b).	Altera os arts. 9o, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução n 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2014).	Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos.
Resolução CONAMA nº 469, 29 de julho de 2015 (BRASIL, 2015).	Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC Nº 222 de 28 de março de 2018 (ANVISA, 2018).	Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Tabela 34 – Legislação e instrumentos estaduais associados ao saneamento básico

Âmbito Estadual		
Legislação	**Diretriz**	**Relação com o saneamento**
Constituição do Estado de Minas Gerais de 1989 (MINAS GERAIS, 1989)	Dispõe sobre os direitos e as garantias fundamentais conferidas aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País, além da organização do Estado.	Estabelece a elaboração da política e dos planos plurianuais estaduais de saneamento básico pelo Estado, assim como a promoção de programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico. Outrossim, determina que a lei orçamentária deve assegurar investimentos prioritários em programas de educação, saúde, habitação, saneamento básico, proteção ao meio ambiente e à cultura.
Deliberação Normativa Copam nº 02, de 1991 (MINAS GERAIS, 1991)	Estabelece normas para o licenciamento ambiental de obras de Saneamento	Tem suma importância, por exemplo, para a implantação da rede geral para esgotamento sanitário e abastecimento de água, para a construção de aterros sanitários e para sistemas de drenagem das águas pluviais, eixos do saneamento básico.
Lei Estadual nº 11.720, de 28 de dezembro de 1994 (MINAS GERAIS, 1994)	Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico	Tem como princípios a universalização dos serviços de saneamento básico, a autonomia do município quanto à prestação desses serviços e a participação efetiva da população na formulação das políticas, programas e da fiscalização desses serviços.

Âmbito Estadual		
Legislação	**Diretriz**	**Relação com o saneamento**
Deliberação Normativa Copam/Cerh-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (MINAS GERAIS, 2008)	Dispõe sobre a classificação e enquadramento dos corpos d'água, além de estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes	Relaciona-se com o saneamento no que tange a identificação dos cursos d'água passíveis para abastecimento de água, assim como para outros usos.
Lei Estadual nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009 (MINAS, GERAIS, 2009a)	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos	Tendo em vista que um dos eixos do saneamento básico corresponde ao manejo dos resíduos sólidos e limpeza urbana, diretrizes referentes ao gerenciamento e a gestão dos resíduos sólidos tornam-se fundamentais para orientar o conteúdo dos PMSB.
Lei Estadual nº 18.309, de 3 de agosto de 2009 (MINAS GERAIS, 2009b)	Estabelece normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, cria a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae).	Ressalta-se a priorização do abastecimento de água às funções relacionadas à preservação da saúde pública e ao bem-estar social. Define a racionalização do uso, evitando-se desperdícios e o desenvolvimento sustentável, assim como o acesso da população de baixa renda aos serviços. São definidos por essa lei os direitos dos usuários dos serviços, além da estruturação e competências da Arsae, sendo primordial para o planejamento e implantação dos serviços de saneamento básico em um município.

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Há ainda a necessidade de analisar a esfera legal no âmbito municipal, explicitando as normativas que regem as ações realizadas no município (Tabela 35). Vale ressaltar a importância da aplicabilidade da lei, de modo que não seja apenas mais uma legislação publicada, mas sim realmente efetivada.

Tabela 35 – Legislação e instrumentos municipais associados ao saneamento básico

Âmbito Municipal		
Lei/Instrumento	**Diretriz**	**Relação com o saneamento**
Plano Diretor (Lei Complementar n° 10/2000)	Institui o Plano diretor do Município de Caxambu	
Parcelamento do solo urbano (Lei Complementar n° 11/2000)	Institui a Lei do zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo do Município de Caxambu	
Lei n° 24 de 20 de novembro de 2017	Lei Orgânica do Município de Caxambu	A Lei Orgânica dispõe que o direito à saúde implicará o direito fundamental ao saneamento e ao respeito ao meio ambiente e ao controle da poluição ambiental, além de outros como moradia e educação. No tocante ao serviço de saneamento, dispõe sobre as competências privativas do município de Caxambu, sendo, dentre outras, as seguintes atribuições: dispor sobre organização, administração e execução dos serviços públicos; organizar e prestar, diretamente, ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos;

Âmbito Municipal		
Lei/Instrumento	**Diretriz**	**Relação com o saneamento**
		promover a limpeza das vias e logradouros públicos, remoção e destino do lixo domiciliar e de outros resíduos de qualquer natureza, incinerando todo o lixo hospitalar e seus similares. É da competência administrativa comum, da União, do Estado e do Município, observada a lei complementar federal, o exercício das seguintes medidas: proteger o meio ambiente e combater a poluição em quaisquer formas e promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico. Ainda cabe ao município planejar o uso e ocupação do solo em seu território, especialmente na sua zona urbana.
Código de Obras (Lei Complementar n° 12/2000 e legislação suplementar)	Institui o código de obras do Município de Caxambu	
Código de posturas do Município de Caxambu (Lei n° 462/19970 e legislação suplementar)	Institui o código de posturas do Município e dá outras providências	O Código de Posturas estabelece as posturas municipais necessárias para a manutenção da ordem pública. No referido código são abordadas posturas relacionadas ao saneamento básico.
Plano Plurianual (Lei n° 2626/2019)	Dispõe sobre alteração no Plano Plurianual para o período de 2018/2021	
Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Baependi (Lei n° 1.309/1996)	Autoriza o poder executivo a participar do Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Baependi, a abrir crédito especial e dá outras providências	
Plano Municipal de Saúde 2018-2021	Aprovado em 14 de junho de 2019	
Política Municipal de Meio Ambiente (Lei n° 1.271/1995)	Dispõe sobre a política de proteção, do controle e da conservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no Município de Caxambu	
Conselho Municipal de Controle Social de Saneamento Básico	Lei nº 2393 de 11 de outubro de 2017	O Conselho Municipal de Saneamento Básico é o órgão colegiado, paritário, consultivo, deliberativo, regulador e fiscalizador, formulador e controlador em matéria de saneamento básico no âmbito do Município de Caxambu ligado à Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município. Apesar de estar instituído pela referida lei municipal, o Conselho Municipal de Controle Social de Saneamento Básico ainda não está nomeado no município, de modo que não costa em atuação um órgão colegiado de controle social em saneamento básico em Caxambu.

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Destaca-se que o Plano Diretor e a Lei de Parcelamento do Solo Urbano são fundamentais para a definição das Áreas de Interesse Social, o que inclui os loteamentos irregulares e outros locais de maior vulnerabilidade sanitária e ambiental, assim como para o uso e a ocupação da terra, a expansão da mancha urbana, as Habitações de Interesse Social, zonas de proteção ambiental, entre outros fatores. Portanto, auxilia no planejamento municipal em saneamento visando atender demandas presente e futuras e nas definições sobre oferta dos serviços básicos de infraestrutura.

No que tange o Plano Plurianual, este instrumento torna-se importante para a previsão de investimentos com os programas correlacionados com o saneamento básico presentes no município para os quatro anos. Já o Plano Municipal de Saúde apresenta o diagnóstico da situação do município em relação ao estado nutricional, doenças e óbitos, incluindo aqueles associados à falta de saneamento básico adequado como a diarreia, leptospirose, esquistossomose e dengue, a atuação dos agentes de saúde do Programa Saúde da Família e as metas a curto, médio e longo prazo para o setor da saúde, sendo o acesso ao saneamento básico primordial para a promoção da saúde pública.

No que se refere ao Plano Municipal de Educação, é demonstrado a situação da área de educação no município, como as escolas existentes, o nível de escolaridade, a oferta do atendimento educacional, entre outras informações. Este Plano relaciona-se com o saneamento básico para a identificação de ações de educação ambiental ou para a proposição dessas ações em caso de inexistência.

3.3. Gestão dos serviços de saneamento básico no município

A Lei Federal nº 11.445/2007 trouxe alterações significativas para a área de saneamento definindo as funções de planejamento, regulação, fiscalização, prestação dos serviços e controle social do saneamento básico (BRASIL, 2007a). A elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico é uma atribuição do titular (município), sendo indelegável. A prestação, contudo, pode ser realizada por outros, a exemplo de uma autarquia municipal (como os serviços autônomos de água e esgoto) ou uma concessionária pública ou privada. Já a regulação e a fiscalização cabem ao próprio município ou a uma entidade independente, com autonomia administrativa, financeira e decisória, criada pelo Estado ou sob a forma de um consórcio público. Ressaltando que a regulação deve ocorrer por meio de instituições do próprio Estado da Federação em que o município pertença.

A escolha do modelo de gestão, ou seja, a definição do responsável por coordenar as atividades relacionadas à administração, operação, manutenção e expansão dos serviços de saneamento é um passo importante para a organização da área de saneamento no Município. Dessa forma, a compreensão do modelo atualmente adotado no município de Caxambu faz-se necessária, a fim de viabilizar a discussão acerca da manutenção do mesmo, proposição de ajustes no modelo atual ou proposição de um novo modelo, nas etapas subsequentes do plano de saneamento básico. Na Tabela 36 é apresentado como os serviços de saneamento básico estão organizados no município.

Tabela 36 – Organização dos serviços de saneamento básico

Organização dos serviços	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário	Manejo de águas pluviais	Manejo de resíduos sólidos
Existe política municipal na forma de lei?	Não	Não	Não	Não
Existe plano específico?	Não	Não	Não	Não
Quem presta o serviço?	Copasa	Copasa	Prefeitura Municipal	Prefeitura Municipal e Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Caxambu (ASCAMARC)
Existe contrato firmado?	Sim, vencido	Sim, vencido	não	não
Qual a data de vencimento do contrato?	Junho de 2014	Junho de 2014	-	-
Qual o tipo de contrato?	Concessão	Concessão	-	-
Qual a área de cobertura do serviço?	Sede Municipal	Sede Municipal	Área urbana	Área urbana e parte da área rural
Existe definição de metas de expansão?	Não	Não	Não	Não
Qual agente definiu essas metas?	-	-	-	-
O serviço é cobrado?	Sim, nos locais onde a Copasa atua	Sim, nos locais onde a Copasa atua	Não	Sim

Organização dos serviços	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário	Manejo de águas pluviais	Manejo de resíduos sólidos
De que forma (taxa, tarifa, outro preço público)?	Tarifa conforme o uso	Tarifa conforme o uso	-	Taxa fixa cobrada no IPTU
Existe controle da qualidade da prestação dos serviços, em termos de regularidade, segurança e manutenção?	Sim	Sim	Não	Não
Quem define os parâmetros para esse controle?	Arsae – MG	Arsae - MG	-	-
Existe entidade de regulação instituída?	Arsae – MG	Arsae - MG	Não	Não
Quem fiscaliza os serviços prestados?	Arsae – MG	Arsae - MG	Não há fiscalização	Não há fiscalização
Onde o morador faz suas reclamações?	Canal de atendimento telefônico, escritório e via online	Canal de atendimento telefônico, escritório e via online	Prefeitura Municipal	Prefeitura Municipal
Existe participação social na gestão do saneamento?	Não	Não	Não	Não
Ocorreu alguma conferência municipal?	Não	Não	Não	Não
Existe um conselho municipal que discute a pauta do saneamento?	Não	Não	Não	Não

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Na Tabela 37 são apresentados como os serviços de saneamento básico estão organizados de acordo com os princípios legais. Para isso, foi adotado o quadro proposto pelo TR Funasa (2018) para a avaliação do Grau de Conformidade Legal. O TR Funasa orienta que, para cada princípio legal elencado deve-se avaliar "o nível de conformidade legal da atual organização dos serviços de saneamento básico". Portanto, foram analisados, conforme os 11 princípios, o grau de conformidade entre satisfatório, deficiente ou inexistente dos quatro componentes do saneamento:

1. Universalização do acesso ao saneamento básico;
2. Integralidade dos quatro serviços (AA, ES, AP, RS);
3. Adequação à saúde pública e à proteção ao meio ambiente;
4. Adequação às peculiaridades locais e regionais dos processos e técnicas;
5. Articulação com outras políticas públicas;
6. Eficiência e sustentabilidade econômica;
7. Tecnologias apropriadas (gradualismo e capacidade de pagamento);
8. Transparência e processos decisórios institucionalizados;
9. Controle Social;
10. Segurança, Qualidade e regularidade;
11. Integração do saneamento básico com a gestão dos recursos hídricos.

O serviço de manejo de águas pluviais, além dos 11 princípios legais já citados, ainda foi analisado quanto ao princípio legal descrito como "Disponibilidade em todas as áreas do serviço de manejo de águas pluviais".

Tabela 37 – Conformidade legal dos serviços de saneamento básico

Princípio Legal	Componente do Saneamento Básico	Grau de Conformidade Legal			
		S	D	I	Justificativa
Universalização do acesso ao saneamento básico	AA		x		Existem locais sem atendimento, como por exemplo a área rural. Somente a população da área urbana possui atendimento com tratamento necessário para o consumo humano.
	ES		x		Existem locais sem atendimento, como por exemplo a área rural. Essa parcela da população precisa realizar soluções individuais para o tratamento de esgoto, sem apoio da prefeitura, ou lançam o esgotamento sanitário diretamente no curso d'água.
	MAP		x		A drenagem pluvial atende somente a área urbana e ainda assim apresenta deficiências.
	MRS		x		Os serviços de coleta convencional atendem a área urbana e parte da área rural, mas a coleta seletiva de recicláveis atende somente a área urbana. Há moradores da área rural desprovidos de qualquer

Princípio Legal	Componente do Saneamento Básico	Grau de Conformidade Legal			
		S	D	I	Justificativa
					atendimento por coleta. Nenhum munícipe tem acesso a um serviço adequado de disposição final, porque o município possui lixão.
Integralidade dos quatro serviços (AA, ES, AP, RS)	AA		x		Os serviços de abastecimento de água são desenvolvidos de forma individualizada, não havendo interação entre os demais componentes do saneamento básico.
	ES		x		Os serviços de esgotamento sanitário prestados na sede municipal possuem interação com os serviços de abastecimento de água, uma vez que existe Estação de Tratamento de Esgotos - ETE, o que favorece o mantimento da qualidade dos cursos d'água à jusante da ETE.
	MAP		x		Muitas das estruturas de drenagem pluvial estão comprometidas pela falta dos serviços de limpeza pública e as ligações com a rede coletora de esgotos afetam a qualidade do serviço de tratamento de esgotos.
	MRS		x		As limitações dos serviços de coleta e disposição final de rejeitos afetam as estruturas de drenagem pluvial, as estruturas de esgotamento sanitário, e potencializam a poluição e contaminação de mananciais de abastecimento de água.
Adequação à saúde pública e à proteção ao meio ambiente	AA		x		A população é atendida pelo sistema de abastecimento de água na sede municipal, mas nas áreas rurais não existem soluções coletivas, além do Monjolinho e nem da Laranjeiras, que também são sistemas sem tratamento prévio. Tal fato pode prejudicar a saúde da população que faz uso dessas águas para consumo humano, sem prévio tratamento.
	ES			x	Existe muito risco de poluição/contaminação na área rural, justamente pela ausência de tratamento adequado dos esgotos. Além disso, na área urbana existem residências que não são atendidas pela rede coletora e tratamento de esgotos.
	MAP		x		As limitações dos serviços de drenagem pluvial e manejo de resíduos sólidos impactam diretamente a qualidade ambiental, sendo que a população convive diretamente com os efeitos sobre o território em cada bairro.
	MRS		x		
Adequação às peculiaridades locais e regionais dos processos e técnicas	AA		x		O serviço é bem executado somente na área urbana e não há especificidades locais.
	ES		x		O serviço é bem executado somente na área urbana.
	MAP				As estruturas de drenagem pluvial claramente não estão adequadas as peculiaridades das microbacias do Ribeirão Bengo e do Ribeirão de João Pedro, o que ocasiona inundações e alagamentos na área urbana do município.
	MRS				A população urbana está satisfeita apenas com o serviço de coleta convencional. Os demais serviços não estão adequados à demanda da população.
Articulação com	AA			x	Não há articulação entre as políticas

Princípio Legal	Componente do Saneamento Básico	Grau de Conformidade Legal			
		S	D	I	Justificativa
outras políticas públicas	ES			x	Não há articulação entre as políticas
	MAP			x	Não há articulação entre as políticas. Ambos os serviços requerem planejamento alinhado com as políticas municipais do Código de Posturas, Código de Obras, Plano Diretor, Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo, e de proteção de recursos hídricos, além de políticas de educação e de saúde.
	MRS			x	
Eficiência e sustentabilidade econômica	AA		x		Os serviços prestados pela Copasa na sede municipal possuem política tarifária e cobrança instituída, porém nas demais localidades do município o abastecimento de água é realizado sem mecanismos de cobrança, o que compromete a sustentabilidade econômica da Prefeitura.
	ES		x		Os serviços prestados pela Copasa na sede municipal possuem política tarifária e cobrança instituída, porém nas demais localidades do município o abastecimento de água é realizado sem mecanismos de cobrança, o que compromete a sustentabilidade econômica da Prefeitura.
	MAP			x	Não há informações sobre a sustentabilidade econômica dos serviços. As ocorrências de inundações e alagamentos são indicativos da ineficiência dos serviços.
	MRS			x	Não há informações sobre a sustentabilidade econômica dos serviços. Os relatos da população sobre os serviços de coleta e a operação do lixão municipal são indicativos da ineficiência dos serviços.
Tecnologias apropriadas (gradualismo e capacidade de pagamento)	AA		x		A ETA opera com capacidade máxima e a rede de distribuição precisa de reparos
	ES		x		A rede coletora de esgoto não contempla todo o município
	MAP			x	O sistema de drenam pluvial não contempla todo o município. Não há planejamento para ampliação da cobertura de atendimento.
	MRS			x	Os serviços de coleta não atendem toda a população do município. Não há planejamento para ampliação da cobertura de atendimento.
Transparência e processos decisórios institucionalizados	AA			x	Os entes responsáveis não se comunicam diretamente com a população, o que torna ineficiente a transparência dos serviços. Não há mecanismos de repasse de informações sobre os processos decisórios.
	ES			x	
	MAP			x	
	MRS			x	
Controle Social	AA			x	Não há controle social por parte da população
	ES			x	
	MAP			x	
	MRS			x	
Segurança, Qualidade e regularidade	AA		x		No abastecimento de água ofertado pela Copasa há uma qualidade no serviço, mas na área rural não há controle destas ações por parte da Prefeitura Municipal

Princípio Legal	Componente do Saneamento Básico	Grau de Conformidade Legal			
		S	D	I	Justificativa
	ES			x	No esgotamento sanitário a coleta feita pela Copasa destina-se à ETE Caxambu, mas nas áreas rurais as soluções individuais são realizadas pelos próprios moradores, o que descaracteriza a segurança e a qualidade
	MAP			**x**	A ineficiência do sistema de drenagem pluvial não garante a segurança da população, sobretudo no tocante à ocorrência de inundações, alagamentos e processos de erosão pluvial.
	MRS			**x**	A falta de confirmação sobre frequência e rotas de coleta e a disposição final em lixão são indicativos da falta de segurança, qualidade e regularidade dos serviços.
Integração do saneamento básico com a gestão dos recursos hídricos	AA			**x**	Há falta de comunicação e assessoria por parte da Prefeitura para gerenciar a integração do saneamento básico com os demais setores
	ES			**x**	Há falta de comunicação e assessoria por parte da Prefeitura para gerenciar a integração do saneamento básico com os demais setores
	MAP			**x**	Não há articulação com políticas de recursos hídricos.
	MRS			**x**	
Disponibilidade em todas as áreas do serviço de manejo de águas pluviais	MAP		**x**		Os serviços de drenagem pluvial são prestados apenas na área urbana de Caxambu. Ainda assim não foi identificado um bairro urbano que não tivesse problemas relacionados às águas pluviais. Sendo assim, considera-se que a disponibilidade é deficiente para toda a população do município.

Legenda: S = Satisfatório; D = Deficiente; I = Inexistente

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

3.4. Existência de avaliação dos serviços prestados

No tocante à avaliação dos serviços de saneamento prestados no município, o exercício da função da regulação possui como objetivos estabelecer os padrões e as normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários, bem como garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas, conforme disposto na Lei Federal nº 11.445/2007. Dessa forma, a entidade reguladora poderá editar normas relativas às dimensões técnicas de prestação dos serviços, que abrangerão, por exemplo, aspectos relativos a padrões e indicadores de qualidade, bem como a avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados. Ressalta-se ainda que os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a regulação e a fiscalização dos serviços (BRASIL, 2007a).

❖ Abastecimento de água e esgotamento sanitário

Em Caxambu, a regulação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é realizada pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - Arsae-MG, agência reguladora e fiscalizadora que integra a estrutura institucional do estado de Minas Gerais. A Arsae-MG é organizada sob a forma de autarquia especial, regime que confere à entidade autonomia de decisão e de gestão administrativa, financeira, técnica e patrimonial. A agência foi criada pela Lei Estadual nº 18.309/2009 (MINAS GERAIS, 2009c) e atendeu a disposições da Lei Federal nº 11.445/2007, especialmente o artigo 23, § 1º (BRASIL, 2007a), possuindo os seguintes objetivos:

- Regulamentar e fiscalizar a prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário dos municípios atendidos pela Copasa-MG e pela Copanor e de outros municípios do estado de Minas Gerais ou consórcios públicos que expressamente concederem autorização à Arsae-MG para a realização dessas atividades.
- Editar normas técnicas, econômicas, contábeis e sociais, incluindo o regime tarifário, para a prestação de serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em Minas Gerais.
- Fiscalizar o cumprimento pelas concessionárias, pelos usuários e pelo poder concedente das normas traçadas para a prestação dos serviços, zelando pela observância dos direitos, deveres e obrigações das três partes.
- Orientar os interessados (consumidores, prestadores do serviço e poder concedente) sobre a aplicação das normas. (ARSAE-MG, 2019a).

❖ Manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana

Sobre o componente resíduos sólidos e limpeza urbana, conforme destacam Lange e Ferreira (2020), a regulação na gestão dos resíduos sólidos é essencial para garantir que as metas propostas sejam alcançadas, por meio da definição de condições e parâmetros para a qualidade dos serviços prestados e, também verificar o cumprimento das disposições normativas em procedimentos de fiscalização, controle e divulgação de informações. Ainda é pouco disponível a experiência de regulação dos serviços de gestão de resíduos sólidos no Brasil. As agências reguladoras do setor de saneamento, em sua grande maioria, são extremamente recentes e ainda se encontram em período de estruturação. Dados da Agência Brasileira de Regulação - ABAR, indicam que das 67 agências que regulam água e esgoto no Brasil, apenas 19 têm alguma iniciativa para a área de resíduos (ABAR, 2019). Caxambu não tem instituído ente regulador sobre a prestação desses serviços.

3.5. Estrutura atual de remuneração dos serviços

A Lei de Saneamento Básico, nº 11.445 de 2007, em seu Art.29, estabelece que "os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços". Cada componente do saneamento possui um regime de cobrança específico (BRASIL, 2007), conforme o mesmo artigo:

> I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário: preferencialmente na forma de tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos conjuntamente;
> II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;
> III - de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

Apesar de estabelecer os critérios de cobrança pelos serviços, a referida Lei tem como princípio base a universalização do saneamento, destacando que é preciso promover a "ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços". Dessa maneira, foram criados mecanismos para não promover a exclusão da população de baixa renda, como a adoção de "subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços" (BRASIL, 2007).

A Tabela 38 detalha os dados sobre a situação de cobrança e custos, por componente do saneamento, bem como as formas de gestão dos serviços, e após é apresentado o detalhamento das metodologias de cobrança.

Tabela 38 – Remuneração dos serviços de saneamento básico

	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário	Manejo de águas pluviais	Manejo de resíduos sólidos
O serviço é cobrado?	Sim, na Sede Municipal	Sim, na Sede Municipal	Não	Sim
Forma de cobrança (taxa, tarifa, outro preço público)	Tarifa	Tarifa	-	Taxa incluída no IPTU
Metodologia de cobrança	Intervalo de consumo	Intervalo de consumo	-	Valor fixo aplicado para domicílios urbanos
Órgão/Instituição que define a metodologia de cobrança	Arsae – MG	Arsae - MG	-	Prefeitura Municipal

	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário	Manejo de águas pluviais	Manejo de resíduos sólidos
Subsídio para a população de baixa renda	Sim, tarifa social	Sim, tarifa social	-	Não há
Há participação da sociedade na definição da metodologia?	Não	Não	Não	Não

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

3.6. Possibilidades de consorciamento

A Lei Federal nº 11.445/2007 dispõe sobre as formas legalmente possíveis de organização institucional dos serviços de saneamento básico, de forma a atender as múltiplas realidades sociais, ambientais e econômicas do Brasil. Entre suas principais determinações, destacam-se o estabelecimento do saneamento básico como objeto do planejamento integrado, juntamente com diretrizes e regras para a prestação e cobrança dos serviços. A referida Lei ainda relata que a prestação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser realizada por órgão, autarquia, fundação de direito público, consórcio público, empresa pública ou sociedade de economia mista estadual, do Distrito Federal, ou municipal, na forma da legislação, assim como por empresa a que se tenha concedido a prestação dos serviços (BRASIL, 2007a).

O consórcio entre municípios é um modelo em processo de difusão no Brasil. A possibilidade de compartilhamento de processos, equipamentos, instalações, infraestrutura, recursos humanos para a gestão associada dos serviços de saneamento básico, visando à redução de custos em áreas necessárias para implantação de estruturas, bem como o compartilhamento de mão de obra qualificada, culminou no principal fator de adesão dos municípios.

Nesse sentido, a implantação de consórcios públicos pode favorecer, por exemplo, a implantação de aterros sanitários, a gestão adequada de resíduos sólidos de saúde, um laboratório capaz de realizar análises de monitoramento de qualidade da água e efluentes oriundos de sistemas de tratamento regionais, como também apresenta a possibilidade de compartilhamento de profissionais qualificados, a fim de atender as demandas de todos os municípios consorciados. Além das vantagens apresentadas, os consórcios podem fomentar a estruturação de uma entidade regional de regulação e favorecer atividades rotineiras, como compras conjuntas, por exemplo.

A Associação dos Municípios da Microrregião do Circuito das Águas – AMAG, foi fundada em 27 de setembro de 1977 e é constituída por 30 municípios, sendo: Aiuruoca, Alagoa, Arantina, Baependi, Bocaina de Minas, Cambuquira, Carmo de Minas, Carvalhos, Cristina, Cruzília, Dom Viçoso, Itamonte, Itanhandu, Jesuânia, Lambari, Minduri, Olímpio Noronha, Passa Quatro, Pouso Alto, São Lourenço, São Sebastião do Rio Verde, São Tomé das Letras, Seritinga, Serranos, Soledade de Minas, Virgínia, Conceição do Rio Verde, Passa Vinte.

A AMAG atua no planejamento e execução de projetos e programas que visam o desenvolvimento regional sustentável, aperfeiçoamento das gestões administrativas e seus consorciados e a formulação de políticas públicas regionais que venham beneficiar a população dos municípios da Microrregião. As áreas do Consórcio contemplam os quatro componentes do saneamento básico, meio ambiente, recursos hídricos, planejamento urbano, educação, saúde pública, assistência social e habitação, serviços urbanos: obras públicas e outros, transporte, comunicação e eletrificação, conforme disposto no Regimento Interno da Associação (CIMAG, 2014).

3.7. Transferências e convênios em saneamento básico existentes com o governo federal e com o governo estadual

O Portal da Transparência, do Ministério de Transparência e Controladoria Geral da União (MTCGU), é uma ferramenta de livre acesso à informação sobre a aplicação dos recursos federais. Lançado no ano de 2004, o Portal da Transparência se transformou em um mecanismo de controle social por possibilitar ao cidadão o acompanhamento e fiscalização dos convênios e contratos firmados, bem como os valores repassados dos órgãos federais para os estados e municípios (MTCGU, 2020).

Além do portal da transparência da União, existe também o portal *Fiscalizando com o TCE* – Minas Transparente, por meio do qual é possível acessar as informações oficiais de todos os municípios de Minas Gerais, com base nas declarações transmitidas por estes, periodicamente pelo Sistema Informatizado de Contas dos Municípios (Sicom) do TCE-MG.

No âmbito federal, os investimentos são demonstrados na Figura 41 e na Tabela 39 são listados os convênios e repasses firmados entre os órgãos federal e estadual com o município, entre os anos de 2014 a 2020, onde o campo “Objeto” é a descrição dos serviços públicos aos quais o convênio se refere.

Figura 41 – Valor Celebrado de convênios e contratos de repasses que possuem relação com os serviços de saneamento, por órgão do governo federal

Fonte: MTCGU, 2020

Tabela 39 – Detalhamento dos recursos transferidos

Nº Convênio	Órgão	Objeto	Data de início da vigência	Data de fim da vigência	Valor celebrado
845101/2017	Ministério do Desenvolvimento Regional	Pavimentação de vias urbanas	09/10/2017	31/12/2020	R$ 249.066,07
845303/2017	Ministério do Desenvolvimento Regional	Pavimentação	09/10/2017	31/12/2020	R$ 246.096,10
801324/2014	Ministério do Desenvolvimento Regional	Implantar e recapear pavimentação em ruas urbanas do município	24/09/2014	31/12/2020	R$ 498.957,69
803536/2014	Ministério das Cidades	Pavimentação de vias urbanas no bairro Jardim Paulo Maia	24/09/2014	30/09/2018	R$ 295.394,22
864851/2018	Ministério da Saúde/Funasa (em tramitação para aprovação)	Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água	29/06/2018	29/05/2022	R$ 2.000.000,00
865791/2018	Ministério do Desenvolvimento Regional	Pavimentação de vias públicas	29/06/2018	31/12/2021	R$ 461.413,80

Nº Convênio	Órgão	Objeto	Data de início da vigência	Data de fim da vigência	Valor celebrado
825627/2015	Ministério das Cidades	Pavimentação de vias públicas	23/12/2015	31/12/2018	R$ 526.108,99
1430001000002	Ministério das Cidades	Pavimentação de vias públicas no bairro Vila Verde	24/09/2014	24/09/2021	R$ 554.265,38
1530001000002	Secretaria do Estado de Transporte e Obras Públicas SETOP/MG	Pavimentação de vias públicas	01/01/2019	31/12/2020	R$ 101.815,83
1730001000001	Ministério das Cidades	Pavimentação de vias públicas no bairro Vila Verde	09/10/2017	30/09/2020	R$ 248.283,91
1930001000005	Secretaria de Estado de Governo - SEGOV	Calçamento em bloquete da Rua Adão Augusto Gomes	22/08/2019	22/08/2021	R$ 203.400,57
191000100004	Ministério das Cidades	Calçamento das ruas do bairro Vila Verde III, execução de bueiros e meios fios	27/12/2019	31/12/2024	R$ 206.432,00
			Total		**R$ 5.591.234,56**

Fonte: Portal da Transparência e Plataforma +Brasil, 2020

Com base nas informações obtidas a partir do Portal da Transparência do Governo Federal e da Plataforma + BRASIL, vinculada ao Ministério da Economia, o município de Caxambu recebeu repasse de recursos via convênio com os órgãos federais, por meio do Ministério das Cidades, Ministério do Desenvolvimento Regional e Ministério da Saúde. Em relação ao governo estadual, os repasses foram efetuados a partir da Secretaria do Estado de Transporte e Obras Públicas e da Secretaria de Estado de Governo. Como pode ser observado na Tabela 39, a maior parte dos contratos e convênios foi realizada com a finalidade de pavimentação da área urbana, e o investimento mais alto foi destinado às obras de ampliação do sistema de abastecimento de água, cuja vigência finaliza em maio de 2022 e a concedente foi a Fundação Nacional de Saúde. Segundo informações da Copasa, o convênio com a Funasa consta na lista do governo federal, mas ainda não foi aprovado, de tal forma que as obras de ampliação que estão em andamento no município de Caxambu estão sendo executadas com recursos próprios.

3.8. Aplicação dos recursos orçamentários no saneamento

O Plano Plurianual - PPA, previsto pelo artigo 165 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), regulamentado pelo Decreto nº 2.829/1998 (BRASIL, 1998), além de ser uma ferramenta de transparência municipal é um importante instrumento do planejamento financeiro. O PPA é um plano de médio prazo, que estabelece as diretrizes, objetivos e metas a serem seguidos pelo Governo Federal, Estadual ou Municipal ao longo de um período de quatro anos. No que tange o Plano Plurianual, este instrumento torna-se importante para a previsão de investimentos com os programas correlacionados com o saneamento básico presentes no município para os quatro anos.

Em Caxambu, o Plano Plurianual para o período de 2018/2021 previu especificamente o custo financeiro total de R$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais) para exercícios relativos ao saneamento básico urbano do Programa Implementação, Fomento e Manutenção de Obras e Serviços Públicos por parte da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos.

3.9. Principais programas existentes no município de interesse do saneamento básico

No tema do saneamento básico, o município de Caxambu iniciou recentemente a elaboração do programa de coleta seletiva, que está melhor descrito nos itens 7.4.1.3 e 7.4.1.4 do presente Produto C.

Não foram identificadas outras iniciativas ou programas em desenvolvimento no município afetos ao saneamento básico, de modo que o Plano Municipal de Saneamento Básico é o primeiro instrumento central em Caxambu.

3.10. Educação ambiental e mobilização social em saneamento e nível de investimento

Para o saneamento básico a existência de uma população sensível ambientalmente fortalece a boa gestão dos serviços, de modo a acrescer em conhecimento ambiental e coletivo à sociedade como um todo, desenvolvendo atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais.

Segundo a Lei Federal n° 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental, todos possuem direito à educação ambiental. Esta é integrante crucial na educação nacional e na formação pessoal, responsável por sua vez em ampliar as metodologias, individuais e coletivas, para se adquirir conhecimento, valores socais, habilidades, atitudes e comportamentos voltados à conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999).

O Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento - PEAMSS se fundamenta na legislação que estabelece as políticas correlatas do saneamento, da educação ambiental, da saúde, do desenvolvimento urbano e de recursos hídricos e propõe a implementação de projetos de educação ambiental, a criação de instâncias de participação popular e, com esta iniciativa, reafirma a importância do controle social na gestão dos serviços públicos, como estratégia de comprometimento da sociedade no processo de transformação de sua realidade, na busca pela universalização do acesso aos serviços de saneamento.

Não foram encontradas ou repassadas informações sobre plano formal de educação ambiental em Caxambu.

4. SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O acesso à água potável para consumo humano (beber, cozinhar, realizar higiene pessoal e doméstica) é um Direito Humano Fundamental estabelecido pela Organização das Nações Unidas – ONU em 28 de julho de 2010, por meio da Resolução nº 64/292 (ONU, 2010a). Esse direito tem origem nos direitos à vida, à dignidade humana, à saúde física e mental e a um padrão de vida adequado. Para garanti-lo, o poder público precisa atender a cinco critérios: qualidade e segurança, disponibilidade, acessibilidade financeira, acessibilidade física e aceitabilidade. De acordo com a ONU (OHCHR, 2003):

> Disponibilidade: O abastecimento de água para cada pessoa deve ser suficiente e contínuo para uso pessoal e doméstico. Esses usos geralmente incluem beber, saneamento pessoal, lavagem de roupa, preparação de alimentos, higiene pessoal e familiar. A quantidade de água disponível para cada pessoa deve corresponder às diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS). Alguns indivíduos e grupos também podem exigir água adicional devido à saúde, clima e condições de trabalho;
>
> Qualidade: A água necessária para cada uso pessoal ou doméstico deve ser segura, portanto, livre de microrganismos, substâncias químicas e riscos radiológicos que constituem uma ameaça para a saúde de uma pessoa. Além disso, a água deve ser de cor aceitável, odor e gosto para cada pessoa ou uso doméstico;
>
> [...]Acessibilidade física: A água e instalações e serviços de água adequados, devem estar dentro de um alcance físico seguro para toda população. Água suficiente, segura e aceitável deve ser acessível dentro, ou nas imediações vizinhas de cada domicílio, instituição educacional e local de trabalho. Todas as instalações e serviços de água devem ser de qualidade suficiente, culturalmente apropriada e sensível ao gênero, ao ciclo de vida e aos requisitos de privacidade. A segurança física não deve ser ameaçada durante o acesso a instalações e serviços de água;
>
> Acessibilidade econômica: Água, instalações e serviços de água devem ser acessíveis para todos. Os custos e encargos diretos e indiretos associados à segurança da água devem ser acessíveis e não devem comprometer ou ameaçar a realização de outros direitos convencionados.

A aceitabilidade, presente nos conceitos de qualidade e acessibilidade física, está relacionada também à compatibilidade das instalações de água com as características sociais e culturais dos usuários para serem aceitas e apropriadas (ALBUQUERQUE, 2014).

No Brasil, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) caracteriza o atendimento em abastecimento de água como adequado, precário ou ausência de atendimento. Os conceitos dessa caracterização, apresentados na Tabela 40, auxiliam a compreender a situação atual do acesso à água para consumo humano no município de Caxambu.

Tabela 40 – Caracterização do atendimento e déficit de acesso ao abastecimento de água

Componente	Atendimento adequado	*Déficit*	
		Atendimento precário	**Sem atendimento**
Abastecimento de Água	Representado pela população que, em todos os casos, não sofra com intermitência prolongada ou racionamento e: – Recebe água potável da rede de distribuição, com ou sem canalização interna; – Recebe água de poço ou nascente, com canalização interna; – Apresenta, como solução complementar às outras fontes, a água proveniente de cisterna de captação de água de chuva, com canalização interna [10]	Representado pela população que: – Recebe água da rede de distribuição, fora dos padrões de potabilidade e/ou com intermitência prolongada no fornecimento; – Recebe água de poço ou nascente, mas não possui canalização intradomiciliar, e/ou recebe água fora dos padrões de potabilidade e, ou, está sujeita a intermitência prolongada; – Utiliza água de cisterna de captação de água de chuva que forneça água sem segurança sanitária e/ou em quantidade insuficiente para a proteção à saúde. – Utiliza água de chafariz ou caixa abastecidos por carro pipa.	Todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas.[11]

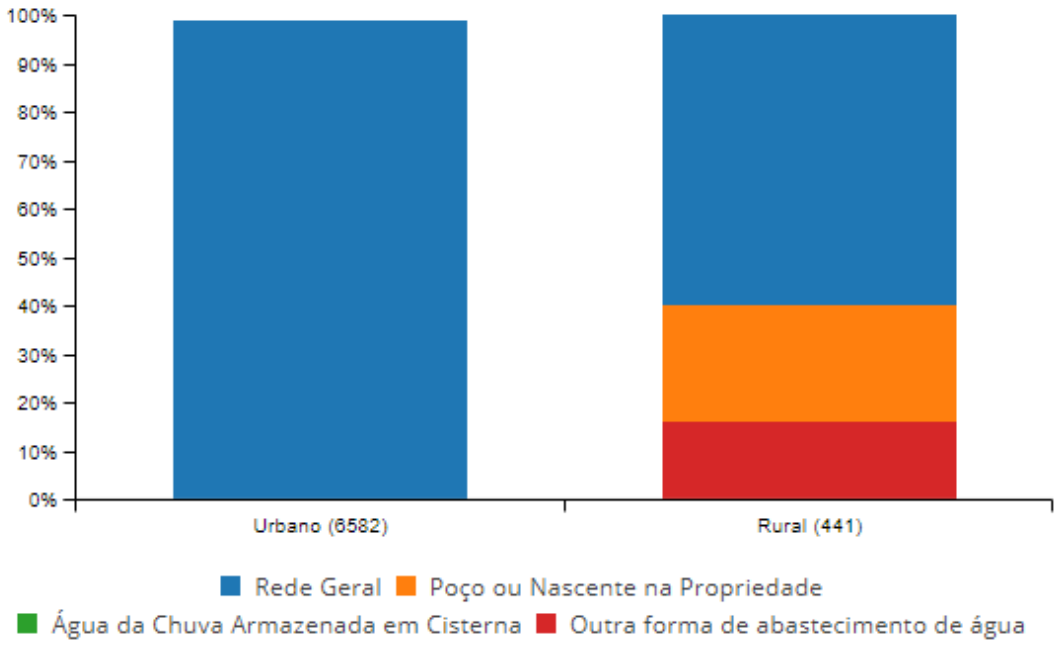
Fonte: Adaptado Plansab, 2019

De acordo com a Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), no município de Caxambu, 100% dos domicílios urbanos são abastecidos por meio de rede geral. Na área rural, 60% dos domicílios têm acesso ao abastecimento de água através de rede geral, 24% utilizam poço ou nascente e 16% possuem outras formas de abastecimento de água. Esses dados estão apresentados na Figura 42. É importante salientar que em razão do último censo demográfico ser de 2010, os dados podem estar obsoletos e não condizerem com o real cenário de Caxambu.

[10] As cisternas de água de chuva aparecem no Censo Demográfico como a forma principal de abastecimento de água, não sendo possível identificar outra(s) forma(s) complementar(es). Entretanto, assume-se que esta é uma solução complementar, tendo em vista que não representa uma solução capaz de atender a todos os usos previstos para a água de consumo humano.

[11] A exemplo de: coleta de água em cursos de água ou poços a longa distância;

Figura 42 – Formas de abastecimento de água no município de Caxambu



Fonte: Censo – IBGE/Rural – PNSR

O Censo Demográfico do IBGE é realizado a partir da classificação do território em setores urbanos e rurais, que variam de 1 a 8, sendo os códigos 1 e 2 urbanos, e os demais rurais. O Programa de Saneamento Brasil Rural fez um estudo sobre essa distribuição de setores censitários e identificou que setores censitários de densidade demográfica menor que 650 habitantes por km² e contíguos a outros setores censitários rurais também são reconhecidos como setores rurais, isto é, o Programa definiu alguns setores antes classificados como códigos 1 e 2 pelo IBGE como setores de situação rural. Esse estudo resultou em um aumento da população rural brasileira.

No caso específico de Caxambu isso resultou em um aumento da população rural com acesso à rede de abastecimento de água, informada pelo gráfico. Esta situação é identificada em campo, porque alguns setores contíguos à área rural são classificados pelo município como setores urbanos e estes têm acesso ao abastecimento de água, como é o caso dos bairros Campo do Meio, Saré e Umuarama.

4.1. Estruturação organizacional responsável pelo serviço de abastecimento de água

A estrutura organizacional dos serviços de abastecimento de água do município de Caxambu é composta por: i) poder executivo, que possui a função de titular; ii) Arsae, órgão regulador e fiscalizador; iii) Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) e Prefeitura Municipal de Caxambu, prestadoras do serviço de abastecimento de água. Em Caxambu, o controle social em saneamento básico está definido na Lei nº 2.393/2017 que institui o Conselho Municipal de Saneamento. Porém, este Conselho ainda não foi nomeado, de maneira que não há mecanismos de controle social em operação no município. Por isso, a nomeação deste Conselho está indicada como uma das ações a serem executadas no Programa de Desenvolvimento Institucional apresentado no Produto E do PMSB de Caxambu. Com relação à prestação dos serviços, a Prefeitura não tem definido com clareza qual o órgão monitora e acompanha o serviço da Copasa.

No tocante aos serviços de abastecimento de água, de acordo com o artigo 248 da Lei Orgânica do município de Caxambu, compete exclusivamente ao município, dentre outras, organizar e prestar serviços de abastecimento de água, diretamente ou sob o regime de concessão, permissão ou autorização (CAXAMBU, 2008).

4.1.1. Gestão do serviço de abastecimento de água

Sobre o exercício da titularidade municipal, no que se refere à gestão dos serviços de abastecimento de água, destaca-se que o município tem exercido a função de planejamento atuando na elaboração do presente PMSB. A função de prestação dos serviços de água na sede municipal foi concedida à Copasa, por meio de contrato de concessão. A regulação é realizada pela Arsae-MG. Destaca-se que é preciso institucionalizar o controle e a participação social e avançar neste sentido. Neste contexto, ainda que se observem gargalos no tocante ao abastecimento de água, parte dos normativos estabelecidos pela Lei Federal nº 11.445/2007 e seu respectivo decreto regulamentador Decreto Federal nº 7.217/2010 (BRASIL, 2007; 2010), está sendo cumprida no tocante ao abastecimento de água no município.

4.1.2. Regulação do serviço de abastecimento de água

Conforme discutido em maior profundidade no item 3.4 - Existência de avaliação dos serviços prestados, a Arsae-MG desempenha as atividades de regulação dos serviços de abastecimento de água no município de Caxambu.

É necessário mencionar que em 2015 houve uma fiscalização por parte da Arsae-MG para descrever e detalhar as condições técnico-operacionais dos serviços de abastecimento de água de Caxambu, além de verificar o estado de conservação das instalações no município. Foram identificadas algumas falhas no sistema, como vazamento de adutoras, registros e tubulações em estado de oxidação, paredes danificadas, vazamentos no poço de sucção, tampa de inspeção sem proteção adequada, falta de manutenção e conservação de algumas elevatórias, indícios de vazamentos em conjuntos motobombas, vazamentos na válvula de descarga nos filtros da ETA, placas quebradas nos decantadores e evidência de necessidade de ajustes no sistema de lavagem dos clarificadores (ARSAE, 2015). A Copasa, em resposta ao atendimento da manutenção e correção dos problemas enfrentados, realizou ações corretivas e foi atendida em 2020 para arquivação do processo.

4.1.3. Prestação do serviço de abastecimento de água

Como mencionado neste documento, a população residente na sede municipal de Caxambu é atendida pela Copasa. Nas comunidades rurais do município, as soluções de abastecimento de água são alternativas individuais e ou coletivas, em que não foram identificadas formas específicas de organização da prestação.

A prestadora de serviços informou que existem casos na área urbana onde o imóvel possui fonte alternativa de água, mas, segundo a Resolução nº 131/2019 da Arsae, este deve possuir a ligação também da Copasa. Para que isso aconteça, os leituristas estão mapeando a cidade de Caxambu para identificar os domicílios que possuem fonte alternativa, e, ao detectá-los, solicitam ao setor comercial que envie um comunicado para o cliente, descrevendo a resolução, prazo para corrigir a infração, possíveis sanções e as possíveis soluções.

Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa)

❖ Histórico contratual

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) passou a ter o direito de implantar, administrar e explorar, diretamente e indiretamente, com exclusividade, os serviços de abastecimento de água da sede do município, pelo prazo de 30 (trinta) anos, por meio do Contrato de Concessão nº 294760 celebrado no dia 01 de junho de 1984. No entanto, tal contrato venceu em 01 de junho de 2014, não tendo havido qualquer termo aditivo. Dessa forma, atualmente a prestação dos serviços de abastecimento de água na sede municipal de Caxambu ocorre sem contrato administrativo.

❖ Organização

A Copasa possui uma gerência administrativa geral, localizada em Belo Horizonte, e uma gerência regional localizada no município de Varginha, a qual dá suporte para os serviços prestados para o município de Caxambu. Sendo assim, para prestar os serviços de abastecimento de água em Caxambu, a organização se dá conforme apresentado na Figura 43.

Figura 43 – Estrutura organizacional de prestação dos serviços de abastecimento de água em Caxambu

4.1.4. Controle social

Em relação à Copasa, a companhia possui canal de relacionamento[12] que compreende em agência de atendimento virtual, aplicativo Copasa Digital, atendimento pelo telefone por meio do número 115, além do "Fale Conosco" realizando o preenchimento do "Formulário para registro de solicitação/reclamação/elogio/denúncia". Ao preencher o formulário será

[12]Acesso pelo endereço eletrônico: http://copasa.com.br/wps/portal/internet/perfil/relacionamento

fornecido o número de protocolo e solicitado que o usuário cadastre uma senha para acesso à resposta da solicitação *online*. Por fim, a Copasa possui a Ouvidoria, canal recursal e que poderá ser acionada quando esgotadas as possibilidades de atendimento ou solução por outros canais de relacionamento da Copasa, a destacar o escritório local, localizado na Rua Sete de Setembro, 16, no Centro de Caxambu.

4.2. Plano diretor de abastecimento de água

O município de Caxambu não possui Plano Diretor de Abastecimento de Água ou Plano de Segurança da Água. Cabe destacar a necessidade de inclusão da área rural nas ações e planejamento, a fim de universalizar os serviços de saneamento, conforme prevê a Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007).

4.3. Descrição geral do serviço de abastecimento de água

4.3.1. Grandes consumidores de água em Caxambu

Os grandes consumidores consolidam-se como aqueles que consomem uma grande quantidade de água tratada e geram uma alta quantidade de efluentes, como hotéis, hospitais, presídios, empreendimentos e fábricas de grande porte, atividades rurais agrossilvopastoris, agropecuária, entre outras. Em Caxambu, caso os grandes consumidores não consumam água da Copasa, estes precisam de outorga para captar e usufruir do recurso hídrico, além de outorga para lançamento de efluentes. Segundo a Copasa, no município existem onze grandes consumidores que utilizam o abastecimento de água da prestadora de serviços, dentre os quais oito se encontram na categoria "comercial" e três na categoria "industrial".

4.3.2. Descrição dos serviços de abastecimento de água na área urbana de Caxambu

O serviço de abastecimento de água da área urbana de Caxambu é prestado pela Copasa por meio do Sistema de Abastecimento de Água de Caxambu - Baependi (SAA Caxambu-Baependi), um sistema integrado que abastece os municípios de Caxambu e Baependi. De acordo com a Copasa, o índice de cobertura do sistema na área urbana de Caxambu é de 90,25% e o índice de hidrometração igual a 100%. O número de economias atendidas é de 10696 e o número de ligações igual a 8973. O quadro de servidores da Copasa está descrito na Tabela 41.

Tabela 41 – Recursos Humanos da Copasa que atuam diretamente no abastecimento de água

Função	Nº trabalhadores na função	Vínculo	Escolaridade
Encarregado de Sistema	01	Concursado	Médio completo
Encarregado Manutenção Leve	01	Repasse Prefeitura	Médio completo
Encarregado de Manutenção Pesada	01	Concursado	Superior completo
Oficial de Água	01	Concursado	Médio completo
Oficial de Água	01	Repasse Prefeitura	Fundamental
Servente de Água	01	Concursado	Médio completo
Operador de ETA (somente em Baependi)	04	Concursado	Médio completo
Atendente Comercial	01	Concursado	Médio completo
Leiturista	03	Concursado	Médio completo

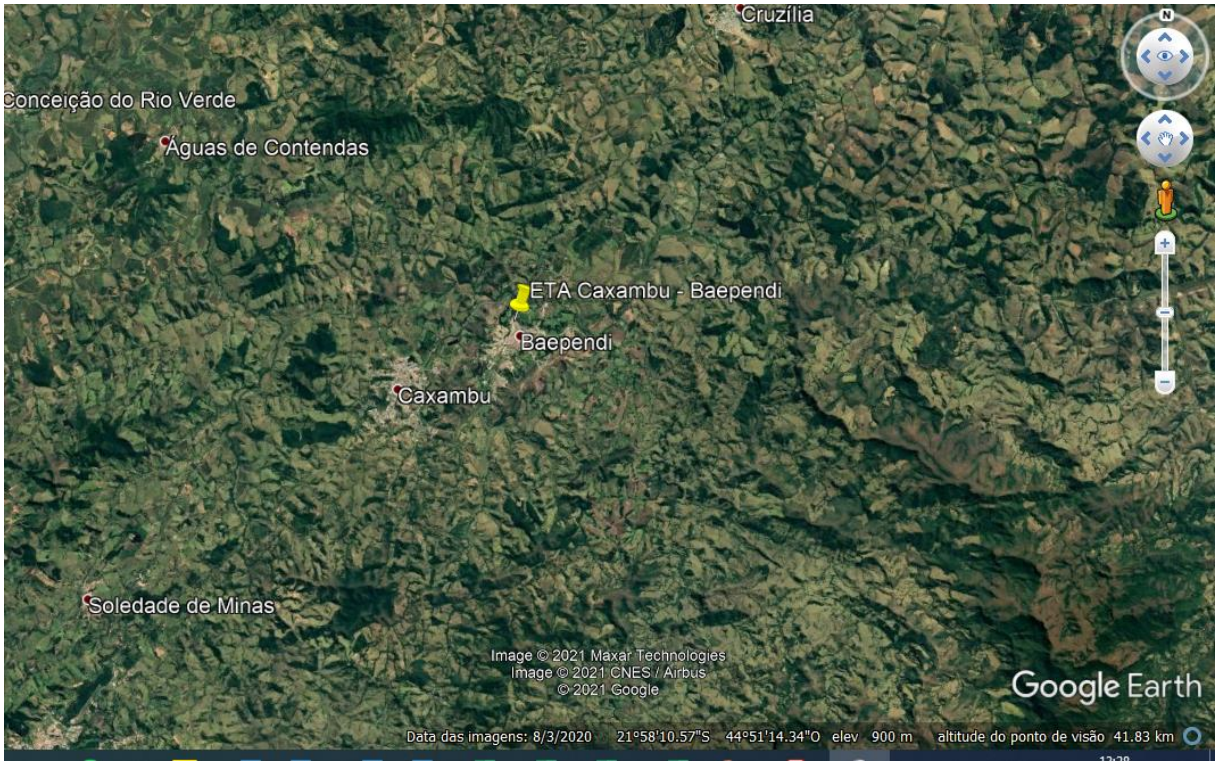
Fonte: Copasa, 2021

4.3.2.1. Sistema de Abastecimento de Água Caxambu-Baependi

O SAA Caxambu-Baependi, identificado na Figura 44, é responsável pelo abastecimento da área urbana dos municípios de Caxambu e Baependi, é composto por cinco etapas: captação superficial, adução da água bruta, tratamento em duas ETAs, adução da água tratada, reservação e distribuição por rede.

A ETA Caxambu-Baependi atende aos dois municípios. Inicialmente o SAA atendia somente Baependi, mas posteriormente a Copasa realizou investimentos e ampliação na estação para que se pudesse atender Caxambu. Atualmente o recurso hídrico e as instalações da ETA são compartilhados entre os dois municípios.

Figura 44 – Localização da ETA Caxambu - Baependi

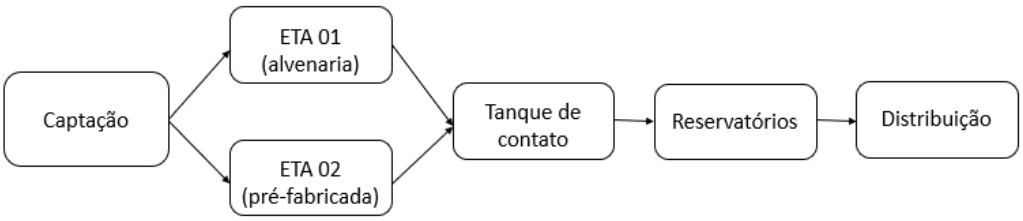


Fonte: Google Earth, 2021

A ETA 01 foi instalada em 1979, construída em alvenaria, para atender à população da época e possui capacidade operacional de 89,9 L/s, e usualmente trata 100 L/s durante 18 a 20 horas por dia. Posteriormente a estação de tratamento foi ampliada para uma demanda maior com uma unidade tipo modular pré-fabricada em aço, da marca PolyPlaster, que possui capacidade operacional de 36 L/s e usualmente trata 33 L/s, 18 a 20 horas por dia. Vale ressaltar que nos períodos de verão e na alta temporada do turismo de Caxambu a vazão e o tempo de funcionamento podem variar até os limites de outorga para atender a demanda. A prestadora de serviços informou que está em revisão um projeto de elaboração de outra ETA, de alvenaria, com capacidade de 120 L/s e também a substituição do conjunto de motobombas da elevatória da ETA.

O Fluxograma das etapas de tratamento é demonstrado na Figura 45.

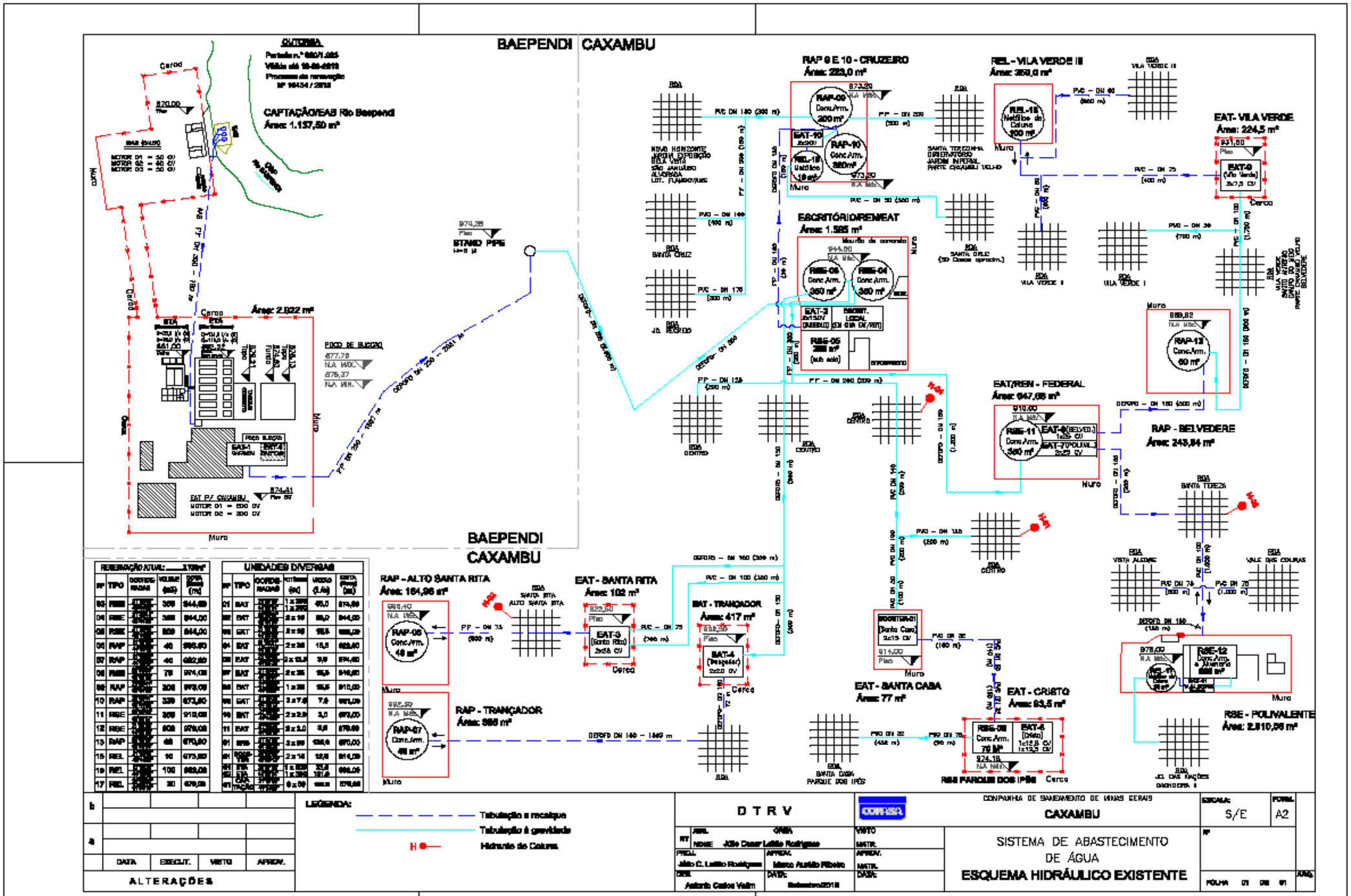
Figura 45 – Fluxograma do Sistema de Abastecimento de Água integrado Caxambu- Baependi (SAA Caxambu- Baependi)



Fonte: Projeto SanBas, 2021

O croqui do abastecimento de água está demonstrado na Figura 46.

Figura 46 – Croqui do abastecimento de água de Caxambu



❖ Captação e elevatória de água bruta

A água tratada tanto na ETA-01 quanto na ETA-02 é proveniente de captação superficial realizada no Rio Baependi através de balsa (Figura 47), situada no bairro Centro. A captação é outorgada pela Portaria SEMAD nº 02842/2017, com vazão máxima e tempo de funcionamento estabelecidos de 150 L/s e 20 h/dia respectivamente, válida até 30/08/2052. Usualmente são captados 130 L/s durante 18 horas por dia, e a estação elevatória de água bruta (EAB-01) possui duas bombas de 50 cv, contando com uma outra bomba reserva da mesma potência, que conduzem água até às ETAs para o tratamento. A fonte de energia elétrica que abastece a estação é proveniente da CEMIG e não existe outra fonte reserva; aparentemente a estação elevatória está em bom estado de conservação.

Figura 47 – Balsa de captação do Rio Baependi

Fonte: Projeto SanBas, 2021

❖ Adução de água bruta

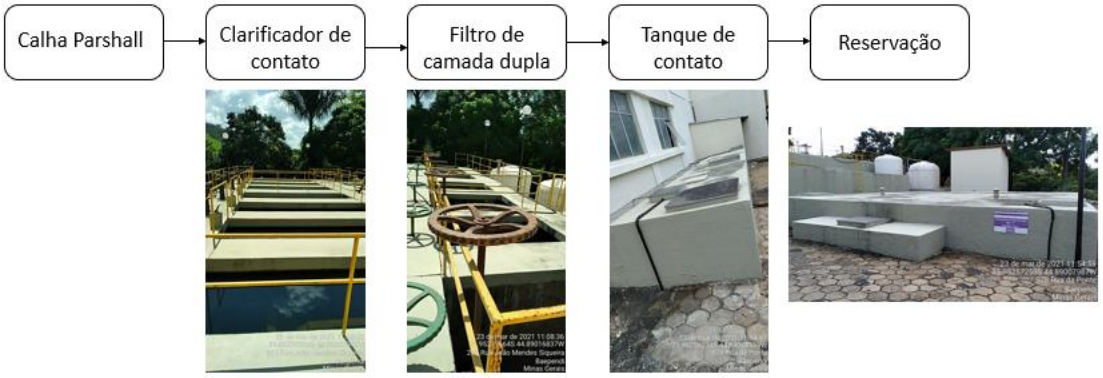
Para a condução da água bruta da EAB-01 às ETAs o sistema conta com uma adutora de ferro fundido com 300 mm de diâmetro nominal e 160 m de extensão. Segundo relatos da Copasa não houve problemas operacionais desde a implantação da adutora, em 1979, nem mesmo históricos de vazamentos/rompimentos, devido aos cuidados de manutenção executados na adutora.

❖ Estações de tratamento de água

- ETA 01 (alvenaria)

A ETA 01 realiza tratamento não convencional, com clarificador de contato, filtro em camada dupla, correção de pH, desinfecção e fluoretação. Segundo a Copasa a estação foi projetada em meados de 1970 para uma turbidez baixa, cerca de 50 a 60 NTU, por isso foi elaborado um sistema convencional simples com clarificador de contato ascendente e filtros descendentes, conforme demonstra a Figura 48.

Figura 48 – Etapas do tratamento da ETA 01 (alvenaria)



Fonte: Projeto SanBas, 2021

É necessário reforçar a necessidade de adequação tecnológica para que a estação atenda aos municípios de Baependi e Caxambu, uma vez que as instalações são antigas e o tratamento fica comprometido, principalmente em períodos chuvosos quando a turbidez da água bruta se eleva consideravelmente e os clarificadores de contato não conseguem tratar a água com a eficiência necessária para assegurar o padrão de potabilidade. Além disso, é necessário reforçar a informação repassada pela Copasa, de que existe uma fissura entre os clarificadores responsável pela perda de cerca de 10% da água da ETA. Segundo a prestadora de serviços, essa trinca foi originada quando houve a reforma da ETA para atender Caxambu, quando foram construídos mais três clarificadores e três filtros. Ainda segundo a Copasa, várias tentativas de conserto já foram realizadas, mas não obtiveram êxito para restaurar a estrutura.

Mistura rápida/ Coagulação

Inicialmente, A vazão de água bruta afluente à ETA-01 é medida diretamente nas tubulações a partir de medidores ultrassônicos, depois a aplicação do coagulante policloreto de alumínio na calha parshall. A adição do coagulante promove reações químicas que desestabilizam as impurezas presentes na água e facilita o aumento do tamanho das mesmas na etapa de floculação.

Clarificador de contato

O clarificador de contato ou "filtro russo" é um sistema indicado para comunidades de pequeno porte que possuem água com baixa turbidez, e se assemelha a um filtro rápido, porém em fluxo ascendente. Estes equipamentos são comumente aplicados sem unidades anteriores de tratamento, ou seja, sem floculadores ou decantadores. A coagulação e a floculação acontecem de forma satisfatória no próprio meio poroso, e a medida que a água coagulada atravessa o meio filtrante as impurezas vão sendo parcialmente retidas, por isso os clarificadores precisam ser lavados com mais frequência. Outro processo acontece no sistema, que é a remoção de partículas que estavam aderidas no meio poroso, provocado pelas forças hidrodinâmicas do próprio escoamento (AZEVEDO NETTO, 1972).

Segundo a Copasa, os sete clarificadores de contato possuem uma camada suporte e dois metros de areia. A lavagem do clarificador, que demanda um alto consumo de cerca de 30 a 40% de água, é realizada de tempos em tempos, a depender da qualidade da água bruta. Ainda segundo a prestadora de serviços, o auto consumo da ETA é em torno de 5 a 8%, valor consideravelmente elevado quando se comparado às demais estações, cujos valores variam de 2 a 5%.

Filtro de camada dupla

O filtro de camada dupla é composto por camadas sobrepostas de antracito e areia, sendo as camadas mínimas de 45 cm e 25 cm, respectivamente (ABNT, 1992). Segundo a Copasa, nos sete filtros descendentes as camadas filtrantes são compostas por 40 cm de antracito e 20 cm de areia, sendo eficientes para tratar a água e enquadrá-la no padrão de potabilidade.

Tanque de contato

O tanque de contato é um dispositivo onde acontece a desinfecção, a partir da adição do cloro, e a fluoretação. Além de adicioná-los, o tanque tem por função homogeneizar a ação dos compostos antes de distribuir a água para a população.

A desinfecção é o processo destinado a inativar microrganismos patogênicos presentes na água e assim garantir a qualidade microbiológica de forma a não oferecer riscos à saúde do consumidor (CEPIS, 2004). Atualmente a Copasa adiciona cloro gasoso como processo de desinfecção. Por sua vez, a fluoretação é realizada a partir da adição do ácido fluossilícico ($H_2(SiF_6)$) contendo o íon fluoreto, com a finalidade de combate à cárie infantil. Nesta etapa também é realizada a correção do pH da água, realizada com cal hidratada ($Ca(OH)^2$).

- ETA 02 (pré-fabricada)

A ETA 02 realiza tratamento convencional com as etapas de coagulação/mistura rápida, floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação, como demonstra a Figura 49.

Figura 49 – Etapas do tratamento da ETA 02 (pré-moldada)

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Segundo a Copasa, não há necessidade de correção de pH no afluente, portanto a calha Parshall funciona apenas como mecanismo para adição do policloreto de alumínio, coagulante atualmente utilizado. A adição do coagulante promove reações químicas que desestabilizam as impurezas presentes na água e facilita o aumento do tamanho das mesmas na etapa de floculação.

A vazão de água bruta afluente à ETA-02 é medida diretamente nas tubulações a partir do medidor ultrassônico.

Floculação

A etapa de floculação, corresponde a agitação da água realizada após a coagulação, com o objetivo de promover o contato entre as impurezas e, assim, aumentar o tamanho das partículas, Na ETA-02 ela ocorre em um floculador hidráulico do tipo chicanas horizontais, que possui dez câmaras de floculação.

Decantação

Da floculação a água segue para decantação, processo no qual as partículas desestabilizadas e floculadas são removidas da água, através da sua sedimentação. Nesse processo, obtém-se uma fase líquida final clarificada e uma massa de sedimentos mais concentrada (lodo) no fundo do decantador (CEPIS, 2004).

Na ETA-02 é realizada a decantação convencional, em dois decantadores. A limpeza é realizada semanalmente aos domingos, frequência que pode ser um indicativo de sobrecarga do sistema de tratamento.

Filtração

A filtração, última etapa do processo de clarificação da água, consiste na remoção de partículas suspensas, coloidais e microrganismos presentes na água por mecanismos de transporte e aderência, ao escoar através de um meio poroso, comumente constituído de areia (Di Bernardo e Dantas, 2005). Destaca-se ainda a função relevante na correção de falhas que porventura tenham ocorrido nas etapas anteriores- coagulação, floculação e decantação, assegurando assim, a qualidade da água tratada e a eficácia da desinfecção (LIBÂNIO, 2010).

A ETA pré-moldada possui três filtros de fluxo descendente que são lavados diariamente de seis em seis horas.

Tanque de contato

O tanque de contato é um dispositivo onde acontece a desinfecção, a partir da adição do cloro, a fluoretação e a correção do pH. Além de adicioná-los, o tanque tem por função homogeneizar a ação dos compostos antes de distribuir a água para a população.

A desinfecção é o processo destinado a inativar microrganismos patogênicos presentes na água e assim garantir a qualidade microbiológica de forma a não oferecer riscos à saúde do consumidor (CEPIS, 2004). Atualmente a Copasa adiciona cloro gasoso como processo de desinfecção. Por sua vez, a fluoretação é realizada a partir da adição do ácido fluossilícico ($H_2(SiF_6)$) contendo o íon fluoreto, com a finalidade de combate à cárie infantil. Nesta etapa também é realizada a correção do pH da água, realizada com cal hidratada ($Ca(OH)^2$).

Após o tratamento, a água é reservada em um reservatório de 250 m³ antes de ser distribuída. Segundo a Copasa, a partir de macromedidores é possível identificar que 60% da água tratada segue para Caxambu e 40% é distribuída em Baependi.

Vale ressaltar que os resíduos gerados na ETA ainda não estão sendo gerenciados, mas a Copasa informou que já está sendo elaborado um estudo para que a Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR) seja idealizada. A prestadora de serviços informou ainda que as embalagens de cal hidratada são acondicionadas em local apropriado e recolhidas pela Copasa, para serem acondicionadas no almoxarifado de Varginha para posteriormente atender ao requisito de logística reversa.

❖ <u>Elevatórias de água tratada</u>

O SAA Caxambu-Baependi conta com uma estação elevatória de água bruta, oito estações elevatórias de água tratada e três boosters, os quais estão caracterizadas na Tabela 42. Os bairros que não foram indicados como atendidos na referida tabela não necessitam de elevatória, ou seja, o abastecimento é realizado por gravidade.

Tabela 42 – Elevatórias e boosters no município de Caxambu

Nome da elevatória/ booster	Bombeamento		Quantidade/ Potência do conjunto motobomba (cv)	Tempo de funcionamento (horas)	Registros fotográficos
	Montante	Jusante			
EAB	Rio Baependi	ETA -01 ETA - 02	2 x 50 1 x 50 (reserva)	24	
EAT - 01	ETA	Bairro Santa Cruz	1 x 200 1 x 300	20	
EAT- 02	Escritório local	Bairro Cruzeiro e Santa Cruz	1 x 15 1 x 15 (reserva)	10	
EAT- 04	Bairro Trançador	Bairro Trançador	1 x 20 1 x 20 (reserva)	08	
EAT - 6	Cristo	Cristo	1 x 12,5 1 x 12,5 (reserva)	01	
EAT - 07 EAT - 08	Bairro Federal	Bairros Vista Alegre e Belvedere	1 x 25 1 x 25 1 x 25 (reserva)	10	
EAT- 10	Bairro Cruzeiro	Bairro Santa Cruz	1 x 2 1 x 2 (reserva)	01	
EAT- 11	Jardim das Nações (Polivante)	Bairro Vista Alegre	1 x 3 1 x 3 (reserva)	03	

BOOSTER-01	Bairro Santa Casa	Bairro Parque dos Ipês	1 x 15 1 x 15 (reserva)	05	
BOOSTER-02	Santa Rita	Alto Santa Rita	1 x 25 1 x 25 (reserva)	10	
BOOSTER - 03	Bairro Vila Verde II	Bairro Vila Verde III	1 x 7,5 1 x 7,5	05	

Fonte: Projeto SanBas, 2021

❖ Reservação

O SAA Caxambu-Baependi conta com 14 reservatórios de água tratada para o abastecimento da sede municipal de Caxambu. De acordo com a Copasa são monitorados nos reservatórios os parâmetros: turbidez, pH, cor, cloro e coliformes totais, no entanto até o momento, não foram apresentados a frequência de monitoramento e os resultados das análises. A Tabela 43 apresenta a relação dos reservatórios, suas localizações, e outras informações relevantes.

Tabela 43 – Reservatórios de água tratada no município de Caxambu

Localização	Bairros atendidos	Volume (m^3)	Tipo de reservatório	Registros fotográficos
Bairro Santa Cruz	Toda a cidade	350	semienterrado	
Bairro Santa Cruz	Toda a cidade	350	semienterrado	
Bairro Santa Cruz	Toda a cidade	200	enterrado	

Bairro Santa Rita	Santa Rita	40	apoiado	
Bairro Trançador	Trançador	40	apoiado	
Bairro Parque dos Ipês	Parque dos Ipês	70	semienterrado	
Bairro Santa Cruz	Observatório, Jardim Caxambu Velho, Bela Vista, Santa Terezinha, Jardim Alvorada, Loteamento Flamboyans, Santa Cruz, Novo Horizonte, Jardim Exposição e Jardim Imperial.	200	apoiado	
Bairro Santa Cruz		320	apoiado	
Bairro Federal	Reservatórios Bairros Belvedere e Vista Alegre	350	semienterrado	
Bairro Vista Alegre	Santa Tereza, Vista Alegre, Vale das Colinas	600	semienterrado	
Bairro Belvedere	Vila Verde, Santo Antônio, Campo do Meio, Caxambu Velho e Belvedere	60	apoiado	

Bairro Santa Cruz	Santa Cruz	10	elevado	
Bairro Vila Verde III	Vila Verde II e Vila Verde III	100	elevado	
Bairro Vista Alegre	Bairros Cachoeira II e Jardim das Nações	30	elevado	

*local não visitado durante o trabalho de campo

Fonte: Projeto SanBas, 2021

De maneira geral e aparentemente, as elevatórias e os reservatórios encontram-se em bom estado de conservação, ambos com identificação e bem estruturados/organizados. Algumas elevatórias apresentam pequenos vazamentos e processos oxidativos, mas aparentemente não comprometem a distribuição de água potável. Em relação aos reservatórios, não foram visualmente identificados problemas de manutenção, além da necessidade de revestimento externo de alguns deles.

❖ Adutora de água tratada

A adução de água tratada do SAA Caxambu-Baependi é realizada por uma adutora de ferro fundido com 1.830 m de diâmetro nominal 250 mm e 1.240 m com 300 mm de diâmetro nominal, além de 2.930 m em PVC DEFOFO com diâmetro nominal de 250 mm.

A adutora conduz água tratada da ETA Baependi – Caxambu até os três reservatórios localizados no escritório local no bairro Santa Cruz, dois reservatórios semi enterrados e um enterrado, com capacidade total de 900 m³, de onde a água é distribuída para o centro e todas as elevatórias e boosters da cidade.

Segundo a prestadora de serviços, a adutora opera com muitos problemas de rompimento e vazamentos, de tal forma que até maio de 2021, as obras para a substituição de 2000 m da adutora de água tratada estavam sendo concluídas; além disso, cerca de 1200 m já haviam sido substituídos e outros 1828 m estavam em planejamento para serem substituídos, uma vez que ainda são de ferro fundido 250 mm e estão muito antigos.

❖ Distribuição

Prince (2010, p. 615) conceitua a rede de distribuição como "a unidade do sistema de abastecimento de água constituída por tubulações e órgãos acessórios instalados em logradouros públicos, e que tem por finalidade fornecer, em regime contínuo (24 h por dia), água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas à múltiplo consumidores".

A rede de distribuição do SAA Caxambu, apresenta 40 km de extensão de ferro fundido, com maior e menor diâmetro de 300 e 50 mm, respectivamente e 77 km de extensão de PVC, cujo maior diâmetro é de 250 mm e o menor é de 15 mm. Existe macro e micromedição na rede e, segundo a prestadora de serviços, as manutenções preventivas são realizadas frequentemente, cerca de 15 manutenções por mês, em trechos de redes com insuficiência de pressão,

profundidade excessiva causando manutenções recorrentes e redes antigas que podem levar a prejudicar a qualidade da água distribuída..

A Copasa foi questionada sobre a quantidade e o tipo de obras de intervenção realizadas pela prestadora de serviços ou em parceria com a Prefeitura Municipal durante o período regular de concessão dos serviços. A única informação obtida junto à prestadora de serviços é a instalação de 3700 m de rede de distribuição de água para ampliação dos serviços, com diâmetro de 250 mm de tubos FOFO e DEFOFO, como pode ser observado no croqui do Anexo B.

Em data posterior ao envio do ofício, a prestadora de serviços mencionou algumas obras que estavam em execução, sendo 2.000 m de adutora em FOFO DN300, mencionada anteriormente no tópico da "adutora de água tratada", 1.400 m de adutora em FOFO DN150 e 1.200 m de adutora em PVC DEFOFO DN150.

Ainda assim, não é possível afirmar sobre a condição da rede de distribuição, uma vez que a Copasa informou o valor montante investido no sistema de água e esgoto, mas não detalhou todas as obras executadas. Essa questão foi levantada por parte da Equipe UFMG/Projeto SanBas porque houve muitos relatos da Prefeitura e dos operadores da Copasa que existem trechos com manilhas que necessitam de substituição para diminuir o índice de perdas e favorecer o ganho de pressão e velocidade para distribuição mais efetiva de água até os domicílios. A prestadora de serviços, por sua vez, informou que não há trechos em manilhas na rede de distribuição de Caxambu, sendo somente utilizados materiais como PVC, PVC DEFOFO, FOFO e PEAD. Diante disso, faz-se necessário um desenvolvimento de cadastro e investigação da rede de abastecimento de água, e essas ações estarão indicadas no Produto E do PMSB.

4.3.3. Perspectiva da população em relação ao serviço de abastecimento de água na área urbana

Em conversa com a população, em geral houve satisfação em relação ao serviço prestado pela Copasa na área urbana, em relação à quantidade e à qualidade da água, com a reclamação majoritária da tarifa praticada para os serviços e, em alguns casos, a necessidade de recomposição asfáltica após alguma intervenção de manutenção ou correção na rede de distribuição. Segundo os moradores, a prestadora de serviços não realiza a limpeza das vias e

nem o calçamento adequado depois de alguma intervenção (Figura 50), o que deixa a rua irregular com a explicação de que os carros, ao passarem pelo calçamento, serão capazes de nivelar a via pública.

Figura 50 – Calçamento irregular no bairro Santa Rita, após intervenção da Copasa para conserto da tubulação de água

Fonte: Comitê de Coordenação, 2021

Entende-se que o serviço que a Copasa oferece classifica-se como "adequado" dentro das diretrizes do Plansab, uma vez que oferece serviço de abastecimento de água sem intermitência prolongada, além de possuir uma rede de distribuição que atende à área urbana. Ainda assim, foi possível observar que grande parte da população não consome água ofertada pela Prestadora de Serviços, uma vez que consideram que a água tem muito gosto de cloro e as vezes sai esbranquiçada, o que, para a percepção do consumidor final, é sinal de má qualidade. Portanto, há compra de água engarrafada ou a sociedade entende que a água do

Parque das Águas é de melhor qualidade e, usualmente, o frequenta para retirar água das fontes.

A Câmara Municipal de Caxambu enviou à Equipe UFMG/Projeto SanBas uma análise ambiental pericial realizada em dezembro de 2019, no âmbito do Inquérito Civil MPMG n° 0155.19.000011-9[13], a fim de verificar a qualidade da água distribuída pela COPASA no município de Caxambu.

A metodologia do laudo se baseou em análises de água em quatro pontos, sendo dois na ETA Baependi – Caxambu e dois na rede de distribuição, e entrevistas com 107 pessoas, nas quais foram abordadas perguntas sobre a percepção da população em relação à qualidade da água (presença de cor, excesso de cloro, mau cheiro, manchas em roupas) e cobranças ou cortes de água indevidos, além de pesquisas sobre o preço da tarifa e atendimento da Prestadora de serviços. Os resultados demonstraram que a população estaria insatisfeita com os serviços prestados pela Copasa, apresentando reclamações quanto à qualidade e regularidade dos serviços; e a partir das análises de água foi possível constatar que os valores de turbidez, na rede de distribuição, estavam acima do permitido.

Os resultados desse relatório não refutam os achados do Produto C do PSMB, mas mostram que a percepção da população com relação ao atendimento pelos serviços de abastecimento de água pode variar, de tal forma que somente a aplicação da entrevista não é suficiente para avaliar a qualidade dos serviços, mas deve ser complementada por análises técnicas operacionais. Cabe destacar que as visitas técnicas realizadas pela Equipe UFMG/Projeto SanBas não têm valor de perícia, mas buscaram relatar a situação aparente da prestação dos serviços com base na coleta de informações que indicam sobre as carências e potencialidades dos serviços de abastecimento de água, de forma a apontar a caracterização dos serviços, e não detalhar peculiaridades da atuação do prestador.

Dessa forma, as informações de qualidade da água e de análise técnica da operação dos serviços retratadas no laudo corroboram com as recomendações do presente Diagnóstico Técnico Participativo (Produto C) relativas à necessidade de adequação tecnológica da ETA

[13] O documento está disponível no site do Projeto SanBas, junto com os produtos finalizados do PMSB de Caxambu

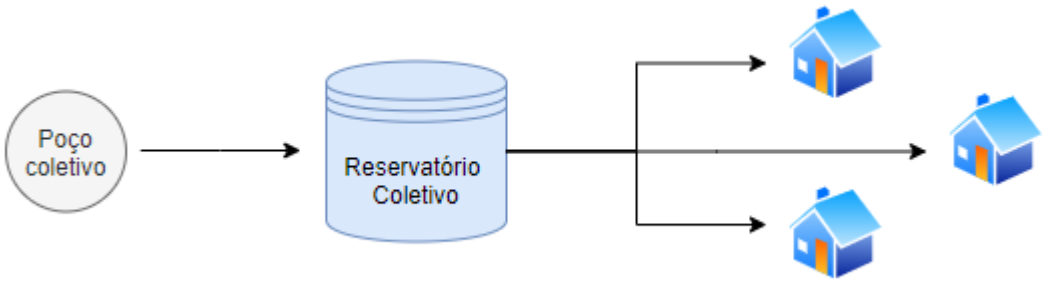
Baependi-Caxambu e de revisão da situação da rede de distribuição de água potável no sentido de identificação e substituição de trechos.

4.3.4. Descrição dos serviços de abastecimento de água na área rural de Caxambu

Na área rural do município de Caxambu, o abastecimento de água ocorre por meio de soluções alternativas coletivas com captação em poço, no bairro Monjolinho, e captação em barragem de nível, no bairro Laranjeiras; além de soluções alternativas individuais com captações em nascentes e poços. As localizações das soluções coletivas podem ser vistas na Figura 51 e o fluxograma de abastecimento do Monjolinho na Figura 52.

Figura 51 – Localização dos sistemas de abastecimento coletivos

Figura 52 – Fluxograma de abastecimento de água do Monjolinho



Segundo estudo técnico enviado pela Prefeitura Municipal, elaborado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2020), a captação de água no bairro Monjolinho é realizada em poço artesiano, 12 horas por dia cuja perfuração foi executada em 2020. A captação é regularizada pela Outorga n° 51480/2020 e o conjunto motobomba instalado é uma bomba submersa com potência de 1,5 cv. O poço possui um diâmetro de 150 mm e 115 m de profundidade, e, ainda segundo a Prefeitura, a população atendida é de 240 pessoas e o processo de cloração é realizado antes da distribuição. Durante a visita a campo, a Equipe UFMG/Projeto SanBas e a Auxiliar Técnica Municipal foram informadas que, antes da perfuração do poço era utilizada água de nascente, e, atualmente, não há tratamento da água distribuída para a população. Além disso, a informação é que existem cerca de 30 casas e menos de 100 pessoas no bairro Monjolinho, cujo sistema de abastecimento se concentra em um reservatório de 5000 litros (Figura 53) e cada família é responsável pelo sistema de distribuição da água, como pode ser verificado na Figura 54.

Cabe ressaltar que, como pode ser visto na Figura 53, o reservatório encontra-se apoiado em solo exposto e erosivo, o que pode ser um indicativo de instabilidade e falta de planejamento e manutenção.

Figura 53 – Reservatório de água no Monjolinho

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Figura 54 – Distribuição de água no bairro Monjolinho

Fonte: Projeto SanBas, 2021

As condicionantes para a utilização da outorga são baseadas em medições de vazões, monitoramento da qualidade da água, medição no nível subterrâneo, leituras diárias de vazões captadas e tempo de captação e análises físico-químicas e bacteriológicas da água para consumo humano. Em conversa com a população, foi informado à Equipe UFMG/Projeto SanBas e à Auxiliar Técnica que estas condicionantes, até o momento, não foram executadas e os entrevistados não tiveram conhecimento sobre análises de água realizadas pela Prefeitura.

Em relação ao bairro Laranjeiras, Figura 55, a captação é feita em barramento sem regularização de vazão, processo de Outorga n° 8487/2018, durante 20 horas e 51 minutos ao dia, para abastecimento de cerca de 40 casas cujo tipo de consumo varia de consumo humano até dessedentação de animais. Para o cálculo da disponibilidade hídrica, foi considerado que não há vazões outorgadas a jusante nem a montante do ponto de captação, logo o valor máximo da vazão outorgável, 50% da $Q_{7,10}$ (que corresponde a 0,0109m³/s), seria referente somente à captação do barramento para abastecimento de 0,004 m³/d durante 20:51 h/dia, abaixo do valor da $Q_{7,10}$ calculada para o córrego Laranjeiras. Segundo laudo técnico, elaborado pelo IGAM (2020) e enviado pela Prefeitura Municipal, o valor de $Q_{7,10}$ calculado no ponto de captação foi de 0,0218 m³/s. A captação por barramento pode ser observada na Figura 56.

Figura 55 – Fluxograma de abastecimento de água do bairro Laranjeiras

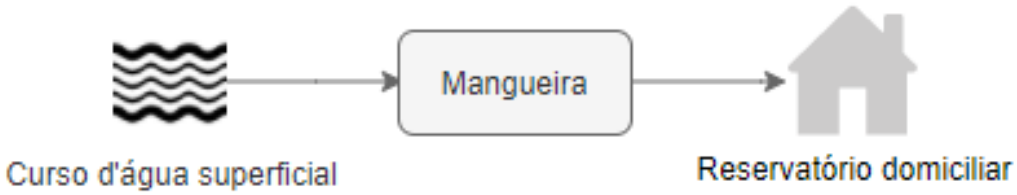


Figura 56 – Barramento no Bairro Laranjeiras

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Segundo relato dos moradores, a barragem Laranjeiras abasteceu Caxambu por muitos anos. Foi implantada em 1936, operada pela Copasa de 1985 até 1990 e depois entregue à Prefeitura. O monitoramento da água não era frequentemente realizado e a última análise foi realizada em meados do ano de 2000. O sistema de abastecimento é mantido e operado pelos moradores com apoio técnico da prefeitura, cujo operador e funcionário da prefeitura mora na localidade e se dispõe e a realizar a manutenção. O entrevistado acredita que a redução da vazão do córrego Laranjeiras esteja associada ao plantio de eucaliptos na região das nascentes. No entanto não há como confirmar essa informação.

As demais áreas rurais possuem sistemas individuais para abastecimento de água, sem qualquer tipo de tratamento ou sistemas estruturados e usualmente a água é captada por gravidade. Comumente são cercadas nascentes e as casas são abastecidas por mangueiras conectadas diretamente nas estruturas, sem o apoio ou fiscalização da prefeitura e normalmente sem outorgas ou documentação de uso insignificante. Segundo relatos dos moradores não há cadastramento das famílias da área rural e na maioria das vezes a população

realiza a captação e o abastecimento com recurso próprio, sem depender de verbas ou apoio institucional. Na Figura 57 é possível identificar um barramento feito pelo próprio morador na localidade do Mombaça, setor 1, de onde ele capta toda a água da nascente para abastecer sua casa e outras duas residências. O entrevistado inseriu um filtro na segunda caixa para realizar a primeira filtração da água.

Figura 57 – Captação de água em nascente

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Ainda segundo o entrevistado, mesmo com o tratamento por meio da filtração, a água captada não é utilizada para beber, porque, de acordo com a sua concepção, a água não é considerada potável porque não passa por qualquer tipo de tratamento. Além disso, relata que há seis anos foram realizadas análises de água e a potabilidade não foi assegurada, além da água da mina estar com coloração amarelada. O morador identifica que existem vizinhos que utilizam produtos químicos e que descartam efluentes provenientes de alambiques sem qualquer tipo de cuidado ou tratamento, o que pode vir a contaminar a nascente. Informou que muitas pessoas na vizinhança constroem poços e isso prejudicou a quantidade da água, que há cerca de quarenta anos existia mais vazão.

Outra solução individual utilizada, mas com menos frequência que a captação por nascente, é a utilização de poços. Na Figura 58 é possível observar um poço na localidade do Campo do Meio, setor 3.

Figura 58 – Poço para captação de água

Fonte: Projeto SanBas, 2021

A entrevistada relatou que recebe água de distribuição da Copasa mas prefere utilizar o poço para consumo. Quando a conta de luz se torna muito cara há alternância para se utilizar água proveniente da Copasa. Para suprir sua demanda, todos os dias de manhã a moradora deixa a bomba ligada por trinta minutos e depois a desliga, tempo suficiente para abastecer as quatro caixas de mil litros da residência.

A área rural, composta pelos bairros Olhos d´Água, Mombaça, Morro Cavado, Fazenda Glória, Joia, Placa, Cabana Real, Volta Grande, Morro Queimado, São Cristóvão, Cascatinha e Sítio Santa Rita, não possui qualquer suporte por parte da Prefeitura para vigilância ou controle da qualidade da água. Os moradores, em sua maioria, se responsabilizam pela

captação e distribuição, e as vezes consomem água em mais de uma nascente. Em geral, mesmo com relatos de diminuição da quantidade da água, atualmente os sistemas individuais atendem à demanda da população rural.

A Tabela 44 aponta os principais relatos dos entrevistados a respeito do serviço de abastecimento de água no município de Caxambu, tanto na área urbana quanto na área rural. É necessário ressaltar que, devido à pandemia do Covid-19, não foram realizadas as oficinas setoriais programadas para esta etapa, somente realizadas entrevistas com representantes da população que foram identificados como lideranças locais.

Tabela 44 – Caracterização do serviço de abastecimento de água na perspectiva da população

Setor	Bairros	Representantes da população	Relatos
Setor 1	Olhos d´Água, Mombaça, Morro Cavado, Laranjeiras, Fazenda Glória, Joia	Mombaça	* Sistema individual, captação em nascente * Não ingere água da nascente, compra água * Quantidade diminuiu com o tempo, suspeita da plantação de eucalipto próxima da nascente. Quando faltou água, colocou outra caixa e reduziu consumo * Todo mês precisa ir à captação para realizar limpeza *Quando há excesso de consumo de água por parte dos vizinhos, alguns moradores ficam sem água
		Laranjeiras	* Captação coletiva, represa da Laranjeiras * Água sem tratamento * Última análise foi realizada no ano de 2000 * Há algum tempo a água diminuiu a quantidade (depois da plantação de eucaliptos próximo à nascente)
Setor 2	Caxambu Velho, Jardim Talismã, Vila Santo Antônio, Jardim Vera Cruz, Vila Verde I, II, III, IV, Val Paraíso	Caxambu Velho, Vila Santo Antônio e Vila Verde I, II, III e IV	* Atendidos por rede de distribuição * Estão satisfeitos com a qualidade e a quantidade de água * Copasa só não atende casas que estão ilegais no Vila Verde (próximas à rede de alta tensão) * Tarifa da Copasa muito alta, compromete o orçamento familiar * Nascentes sem proteção no Vila Verde IV, Estrada Real * Em eventos esporádicos, como carnaval ou festas municipais, pode haver falta de água * Há reclamação da recomposição asfáltica após alguma intervenção da Copasa, que demora muito para consertar
Setor 3	Campo do Meio, Saré, Placa, Umuarama, Cabana Real	Campo do Meio, Saré	* A Copasa atende uma parcela da população * Algumas casas são abastecidas por nascentes e poços semiartesianos * Há reclamação do valor da tarifa cobrada pela Copasa

Setor	Bairros	Representantes da população	Relatos
Setor 4	Santa Tereza, Bosque, Sítio Primavera, Cachoeirinha, Chacreamento Cascatinha	Bosque, Santa Tereza,	* Atendidos por rede de distribuição * Qualidade e quantidade da água são boas * Tarifa da Copasa muito alta, compromete o orçamento familiar * Água provida de mina (áreas: Cascatinha, Horto e São Cristóvão)
Setor 5	Santa Rita, Alto Santa Rita, Trançador, Jardim Alice	Trançador, Jardim Alice, Santa Rita	* Há constante falta de água no Trançador * Reclamação do não posicionamento da Copasa frente aos questionamentos de falta de água * Quando faz manutenção na rede, a água distribuída apresenta elevada cor e turbidez * Não há descontos quando há interrupção no fornecimento *Tarifa muito alta, compromete orçamento familiar
Setor 6	Novo Horizonte, Jardim Alvorada, Jardim Imperial, Santa Cruz, Ferraz Caldas, Jardim Exposição, Jardim Recreio, São Januário, Padre Leo	São Januário, Santa Cruz	* Quando há vazamentos a Copasa demora até três dias para consertar * Após a manutenção de rede a água apresenta cor avermelhada * Tarifa muito alta, compromete o orçamento familiar
Setor 7	Centro, Parque dos Ipês, Observatório, Santa Terezinha, Belvedere, Vista Alegre, Jardim das Nações, Vale das Colinas, Águas Cristalinas	Centro, Parque dos Ipês, Belvedere, Vista Alegre, Jardim das Nações, Vale das Colinas, Águas Cristalinas	* Há relatos de água com gosto de cloro no Belvedere * Tarifa muito alta, compromete o orçamento familiar * Há vazamentos e o valor não é descontado na conta de água * A água as vezes vem com coloração escura * Serviço de reparo da rede é realizado com demora * Alguns moradores relataram insatisfação com o serviço prestado pela Copasa
Setor 8	Volta Grande, Morro, Queimado, Mosteiro, Sítio Santa Rita	Morro Queimado, Volta Grande	* Água provida de mina, por gravidade, sem qualquer tratamento * Minas abastecem mais de um domicílio * Relatos da diminuição da vazão da água * Qualidade da água é boa, mas quando chove apresenta elevada turbidez * Não utilizam água para beber
		Mosteiro	* Água captada em poço, sem tratamento * Água utilizada para todo o tipo de consumo, inclusive ingestão

Setor	Bairros	Representantes da população	Relatos
			* Há algum tempo a água apresentou coloração esverdeada
Setor 9	Monjolinho	Monjolinho	* Sistema coletivo de abastecimento de água, sem tratamento * Cada família inseriu sua própria ligação, sem qualquer especificidade de composição ou diâmetro do material * Famílias não ingerem água do sistema coletivo, coletam de minas *Prefeitura não oferece suporte, além do pagamento da energia elétrica da bomba utilizada para captação * Não são realizadas análises para garantir a potabilidade

Fonte: Projeto SanBas, 2021

4.4. Estrutura de consumo e demanda

Segundo a Portaria nº GM/MS nº888/2021, do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, o abastecimento de água pode ser realizado por meio de sistema coletivo ou solução alternativa (coletiva ou individual) de abastecimento de água (BRASIL, 2021). Para todas as situações é fundamental a análise da estrutura de consumo e demanda de água no seu planejamento, elaboração e execução de projeto e avaliação.

O consumo refere-se à quantidade de água para satisfazer as necessidades diárias de um domicílio ou população, podendo ser dividido em diferentes categorias: doméstico, comercial, industrial e público. O consumo de água é influenciado por fatores tais como: clima, porte da comunidade, condições de renda familiar, custo da água, grau de industrialização, entre outros. A demanda de água em um sistema de abastecimento envolve questões além da quantificação da água consumida nas diferentes categorias apresentadas, devendo incorporar, por exemplo, as perdas existentes no sistema.

Desta forma, para cálculo da demanda e capacidade de um sistema de abastecimento de água, devem ser considerados os consumos apresentados na Tabela 45, conforme observado por Libânio e colaboradores (2016) e Tsutiya (2004).

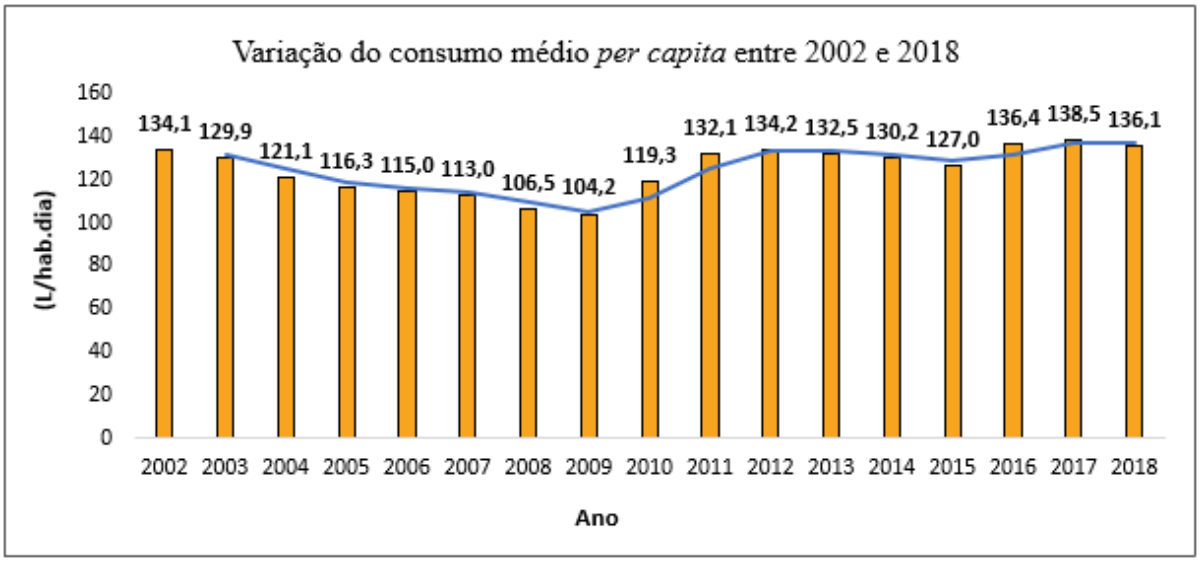
Tabela 45 – Consumos a serem observados no cálculo da demanda e capacidade de um sistema de abastecimento de água

Consumo	Descrição
Doméstico	Ingestão, preparo de alimentos, higiene da moradia, higiene corporal, limpeza dos utensílios, lavagem das roupas, descarga de vasos sanitários, lavagem de veículos, insumo para atividades econômicas domiciliares, irrigação de jardins, hortas e pomares, criação de animais de estimação e de animais para alimentação.
Comercial	Suprimento a estabelecimentos diversos, com ênfase para aqueles de maior consumo de água, como lavanderias, bares, restaurantes, hotéis, postos de combustíveis, clubes e hospitais.
Público	Irrigação de jardins, canteiros e praças, lavagem de ruas e espaços públicos, banheiros e lavanderias públicas, abastecimento de hospitais, portos, terminais rodoviários.
Industrial	Suprimento a estabelecimentos localizados no interior da área urbana, com ênfase para aqueles que incorporam água no produto ou que necessitam de grande quantidade de água para limpeza como indústrias de cervejas, refrigerantes, sucos, laticínios, matadouros, etc.
Consumo de água no sistema de abastecimento	Consumo de água para operar a própria estação de tratamento de água (ETA) – lavagem dos filtros, lavagem de outras unidades, como decantadores, atividades na casa de química, etc – e perdas ao longo do sistema, que podem atingir níveis muito elevados, especialmente quando os sistemas são antigos, obsoletos e/ou inadequadamente operados. Cabe ressaltar que em qualquer sistema há perdas, mesmo naqueles mais eficientes, algum nível de perdas ocorrerá e deverá ser computado.

Fonte: Libânio e colaboradores, 2016; Tsutiya, 2004

Com relação ao consumo da população de Caxambu, não foi possível determinar o valor por faixa e categoria, em razão da indisponibilidade de informações pela prestadora de serviços responsável pelo abastecimento de água no Município. Entretanto, com base na série histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Snis (MDR, 2018) é possível analisar a evolução do consumo médio *per capita* da população do município (Figura 59). A linha de tendência (em azul) destaca a variação do consumo ao longo dos anos, com anos consecutivos de redução do consumo, seguidos de anos com aumento do consumo. Apesar de 2018 apresentar uma redução no consumo quando comparado aos dois anos anteriores, destaca-se que entre 2016 e 2018 são observados os maiores consumos da série histórica apresentada (136,4 L/hab.dia, 138,5 e 136,1 L/hab,dia, respectivamente), ainda assim, valores inferiores às médias apresentadas pelo estado (155,23 L/hab.dia) e pelo país (154,88 L/hab.dia).

Figura 59 – Gráfico do consumo médio per capita de 2002 a 2018



Fonte: MDR, 2019

Nos tópicos a seguir, são apresentadas as demandas de água nos sistemas coletivos e soluções alternativas individuais e coletivas do município de Caxambu.

4.4.1. Demanda de água nas áreas de abrangência dos sistemas coletivos com distribuição por rede

Os sistemas de abastecimento de água – SAA são instalações de abrangência coletiva, compostas por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinadas à produção e

à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão (BRASIL, 2017).

Segundo Heller (2006), as unidades componentes de um SAA podem ser agrupadas em:

- **Unidades de produção:** incluem as unidades a montante do primeiro reservatório do sistema, iniciando-se na captação, passando pela adução de água bruta, tratamento e adução de água tratada.
- **Unidades de distribuição:** incluem os reservatórios e a rede de distribuição.

Conforme já mencionado, Libânio e colaboradores (2016) observam que além dos consumos domésticos, público, comercial e industrial, no cálculo da demanda e capacidade de um sistema de abastecimento de água deve-se também considerar as perdas de água no sistema. Estas geralmente são expressas por meio de percentuais, calculados a partir da diferença entre o volume total de água produzido (em L ou m^3) e o volume perdido devido às falhas na estrutura de equipamentos e instalações, desde o momento da retirada de água do manancial até chegar às ligações dos usuários, ou ainda por fraudes, ligações clandestinas, falhas no cadastro comercial, erros na medição dos hidrômetros (por equívoco de leituras ou falha nos equipamentos) e outros.

Além das perdas, o cálculo deve considerar as variações de consumo ao longo do dia e do ano, de modo que o sistema também seja capaz de atender os períodos quando há um pico maior de consumo. Para tanto, são utilizados no cálculo coeficientes de reforço, denominados coeficiente do dia de maior consumo (k_1) e o coeficiente da hora de maior consumo (k_2), geralmente sendo utilizados os descritos na literatura.

Na Tabela 46 são apresentados os parâmetros utilizados nos cálculos de demanda de água de um sistema de abastecimento, os quais são descritos após a tabela.

Tabela 46 – Parâmetro, significado e unidade para definição do cálculo de demanda de água em um sistema de abastecimento de água

Parâmetro	Significado	Unidade
P	População	Hab
Qpc	Consumo *per capita* - média diária, por pessoa, do volume necessário para satisfazer aos consumos doméstico, comercial, público e industrial	L/hab.dia
T	Período de funcionamento da produção	h
k_1	Coeficiente do dia de maior consumo	1,2 (convencionalmente adotado)
k_2	Coeficiente da hora de maior consumo	1,5 (convencionalmente adotado)
Q	Vazão média	L/s
$Q_{Média+perdas}$	Vazão média acrescida das perdas, a ser considerada para cálculo da demanda nas unidades do sistema	L/s
Q_{Prod}	Vazão de captação, de adução de água bruta e da ETA	L/s
Q_{AAT}	Vazão da adutora de água tratada	L/s
$Q_{Distribuição}$	Vazão total da distribuição	L/s
Q_S	Vazão específica dos consumidores singulares/especiais (indústrias, hospitais, escolas, quartéis, etc)	L/s
q_{ETA}	Consumo de água na ETA	% (comumente adotado 3% a 5%, podendo chegar a 10% quando existem problemas de operação e manutenção). Para fins do PMSB será adotado 5%.

Fonte: Libânio e colaboradores, 2016

A demanda deve ser calculada para cada uma das unidades do sistema, por meio de equações específicas. No entanto, todas as equações dependem do cálculo da vazão média, dada a seguir:

$$Q = \frac{P \times qpc}{86400}$$

À vazão média é acrescida a vazão de perdas, conforme equação abaixo:

$$Q_{MÉDIA+PERDAS} = \frac{Q\left(\frac{L}{s}\right) \times 100}{100 - porcentagem\ de\ perdas\ do\ sistema}$$

O resultado da vazão média acrescida das perdas é utilizado para cálculo da demanda em cada uma das unidades do sistema, conforme equações que seguem:

$$Q_{PROD} = \left(\frac{Q \times k_1 \times 24}{t}\right) \times \left(1 + \frac{q_{ETA}}{100}\right) + Q_s$$

$$Q_{AAT} = \left(\frac{Q \times k_1 \times 24}{t}\right) + Q_s$$

$$Q_{DISTRIBUIÇÃO} = Q \times K_1 \times K_2 \times Q_s$$

Para o abastecimento do Município de Caxambu, a Copasa possui um sistema coletivo em operação, com duas ETAs que atendem, simultaneamente, aos municípios de Caxambu e Baependi. Dessa forma, o cálculo da demanda foi realizado para este sistema. Para cálculo da demanda no sistema e comparação com a capacidade instalada foram consideradas os valores convencionais apresentados na Tabela 46 para k1, k2 e q_{ETA}. Para as demais variáveis foram consideradas as informações da Copasa (repassadas pelo prestador ou disponíveis no SNIS), sendo apresentadas na Tabela 47.

Tabela 47 – Variáveis para cálculo de demanda de água dos sistemas coletivos existentes e para comparação com a capacidade instalada de produção

Sistema	População na área de abrangência	Consumo *per capita* (qpc), em L/hab. dia	Índice de perdas na distribuição (%)	Período de funcionamento da produção (horas)	Vazão de captação (L/s)	Capacidade de tratamento da ETA 1 (L/s)	Capacidade de tratamento da ETA 2 (L/s)
Sede Municipal	21.067	136,10	15,39	20	150	100	36

Fonte: Copasa, 2020; MDR, 2018

Importante observar que o consumo médio *per capita* de água apresentado pelos prestadores de serviços no SNIS é calculado pela divisão do volume de água consumido no sistema pela população atendida por ele, já considerando todos os usuários (domésticos, públicos, comerciais e industriais).

Cabe destacar que o índice de perdas na distribuição apresentado pelo *check list* enviado pela Copasa é de 15,39%, e no SNIS (2018) este valor é de 20,3%, porém foram feitas algumas considerações a respeito destas informações e estas estão descritas na Tabela 48.

Tabela 48 – Cálculo das vazões, volumes e índice de perdas do sistema

Parâmetro	Valor	Fonte de informação
$Q_{tratada\ total}$ (L/s)	136	Copasa, 2020
$Q_{distribuida\ para\ Caxambu}$ (L/s)	64	Copasa, 2020
$V_{distribuido\ em\ Caxambu}$ (L)	5529600	Cálculo Equipe UFMG/Projeto SanBas
População da área de abrangência em Caxambu	21067	Projeção Populacional Urbana - Projeto SanBas
População atendida pelo SAA (hab)	19013	90,25% informado pela Copasa
$V_{distribuido\ per\ capita}$ (L/hab)	290,83	Cálculo Equipe UFMG/Projeto SanBas
Consumo per capita (L/hab/d)	136,1	SNIS, 2018
$V_{perdido\ per\ capita}$ (L/hab/d)	154,73	Cálculo Equipe UFMG/Projeto SanBas
$V_{perdido\ total\ em\ Caxambu}$ (L/d)	2941930,7	Cálculo Equipe UFMG/Projeto SanBas
Índice de perda (sobre o V total) em Caxambu	53%	Cálculo Equipe UFMG/Projeto SanBas

Fonte: Projeto SanBas, 2021.

Considera-se que esse índice de perdas calculado pode representar perdas na distribuição e perdas no tratamento, cabendo destacar que representantes da Copasa informaram que a ETA 01, a que possui os clarificadores de contato e trata 100 L/s, apresenta uma fissura causadora de cerca de 10% de perdas de água e o consumo de água para retro lavagem dos filtros e dos clarificadores é da ordem de 5 a 8%.

Feita essas observações, e considerando as equações de Q, $Q_{MÉDIA+PERDAS}$, Q_{PROD}, Q_{AAT} e $Q_{DISTRIBUIÇÃO}$ apresentadas anteriormente, o resultado da demanda para o sistema coletivo de abastecimento de água existente é apresentada na Tabela 49.

Tabela 49 – Resultado da demanda para o sistema coletivo de abastecimento de água existente

Sistema	Vazão média (Q) L/s	Vazão média acrescida das perdas ($Q_{Média+perdas}$) L/s	Vazão a ser produzida (Q_{Prod}) L/s	Vazão a ser aduzida (Q_{AAT}) L/s	Vazão a ser distribuída ($Q_{Distribuição}$) L/s
Sede Municipal	35,7	42,38	53,98	51,41	64,26

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2020

Comparando-se a capacidade instalada de produção (Tabela 47) com a vazão demandada (Tabela 49), é possível observar que o sistema tem capacidade para atender a demanda atual de água, uma vez que a água distribuída para Caxambu corresponde a 60% da água distribuída pela ETA Caxambu-Baependi, o que significa um total de 81,6 L/s. A vazão demandada para o município é de 64,36 L/s, portanto a distribuição é suficiente para atender a demanda atual do município de Caxambu.

Destaca-se que a análise aqui realizada é preliminar e refere-se apenas à demanda atual do sistema. A análise da demanda ao longo do horizonte de planejamento do PMSB será realizada no documento do Prognóstico (Produto D), o qual conterá o estudo da projeção populacional, variável que fundamentará questões de demandas futuras de água para consumo humano.

4.4.2. Demanda de água em áreas com soluções alternativas coletivas desprovidas de rede de distribuição

Considera-se como solução alternativa coletiva de abastecimento de água as soluções destinadas a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição, a exemplo de tecnologias como o chafariz comunitário. Já a solução alternativa individual é a modalidade que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (BRASIL, 2017), a exemplo das cisternas para captação de água de chuva ou poço particular para atendimento a família.

Em consulta ao órgão ambiental estadual, foram identificados no município de Caxambu 13 usos de recursos hídricos regularizados com a finalidade de utilização da água para consumo humano, todos particulares, os quais se encontram relacionados no Anexo A. Na listagem apresentada no anexo mencionado, observa-se que nove deles referem-se a captações subterrâneas (sendo duas outorgas e sete cadastros de usos insignificantes[14]), enquanto quatro referem-se a captações superficiais, não havendo nenhuma outorga dentre elas, apenas cadastros de usos insignificantes[15] (SISEMA, 2020).

Observa-se na listagem do Anexo A que as captações superficiais estão localizadas no Ribeirão João Pedro e no Córrego da Invernada, e demandam respectivamente os volumes de 1,55 m³/s e 0,3 m³/s destes recursos hídricos. Em relação à demanda de água subterrânea, a

[14] De acordo com o Art. 1º, § 1º da Deliberação Normativa CERH - MG nº 09, de 16 de junho de 2004, considera-se uso insignificante as captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 1 litro/segundo na Unidade de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais. Art 2º As acumulações superficiais com volume máximo de 5.000 m^3 serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

[15] De acordo com o Art. 3º, § 1º da Deliberação Normativa CERH - MG nº 09, de 16 de junho de 2004, as captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, com volume menor ou igual a 10 m^3/dia, serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

base de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) possui em seu cadastro 35 poços tubulares cadastrados no município de Caxambu, distribuídos no território conforme Figura 60. Comparando-se com o número de outorgas e cadastros de poços tubulares particulares apresentados no Anexo A (27 no total), há um indicativo de que ainda restam poços tubulares a serem cadastrados ou outorgados no município. Dessa forma, há necessidade de acompanhamento dos usuários de água pelo órgão ambiental, orientando-os sobre o uso racional da água captada e da importância da regularização dos recursos hídricos, a fim de evitar futuros conflitos pelo uso da água na região e garantir o abastecimento para consumo humano.

4.4.3. Demanda de água em áreas com soluções alternativas individuais

Considera-se como solução alternativa coletiva de abastecimento de água as soluções destinadas a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição, a exemplo de tecnologias como o chafariz comunitário. Já a solução alternativa individual é a modalidade que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (BRASIL, 2017), a exemplo das cisternas para captação de água de chuva ou poço particular para atendimento a família.

Em consulta ao órgão ambiental estadual, foram identificados no município de Caxambu 13 usos de recursos hídricos regularizados com a finalidade de utilização da água para consumo humano, todos particulares, os quais se encontram relacionados no Anexo A. Na listagem apresentada no anexo mencionado, observa-se que 9 deles referem-se a captações subterrâneas (sendo 2 outorgas e 7 cadastros de usos insignificantes[16]), enquanto 4 referem-se a captações superficiais, não havendo nenhuma outorga dentre elas, apenas cadastros de usos insignificantes[17] (SEMAD, 2020).

[16] De acordo com o Art. 1º, § 1º da Deliberação Normativa CERH - MG nº 09, de 16 de junho de 2004, considera-se uso insignificante as captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 1 litro/segundo na Unidade de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais. Art 2º As acumulações superficiais com volume máximo de 5.000 m^3 serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

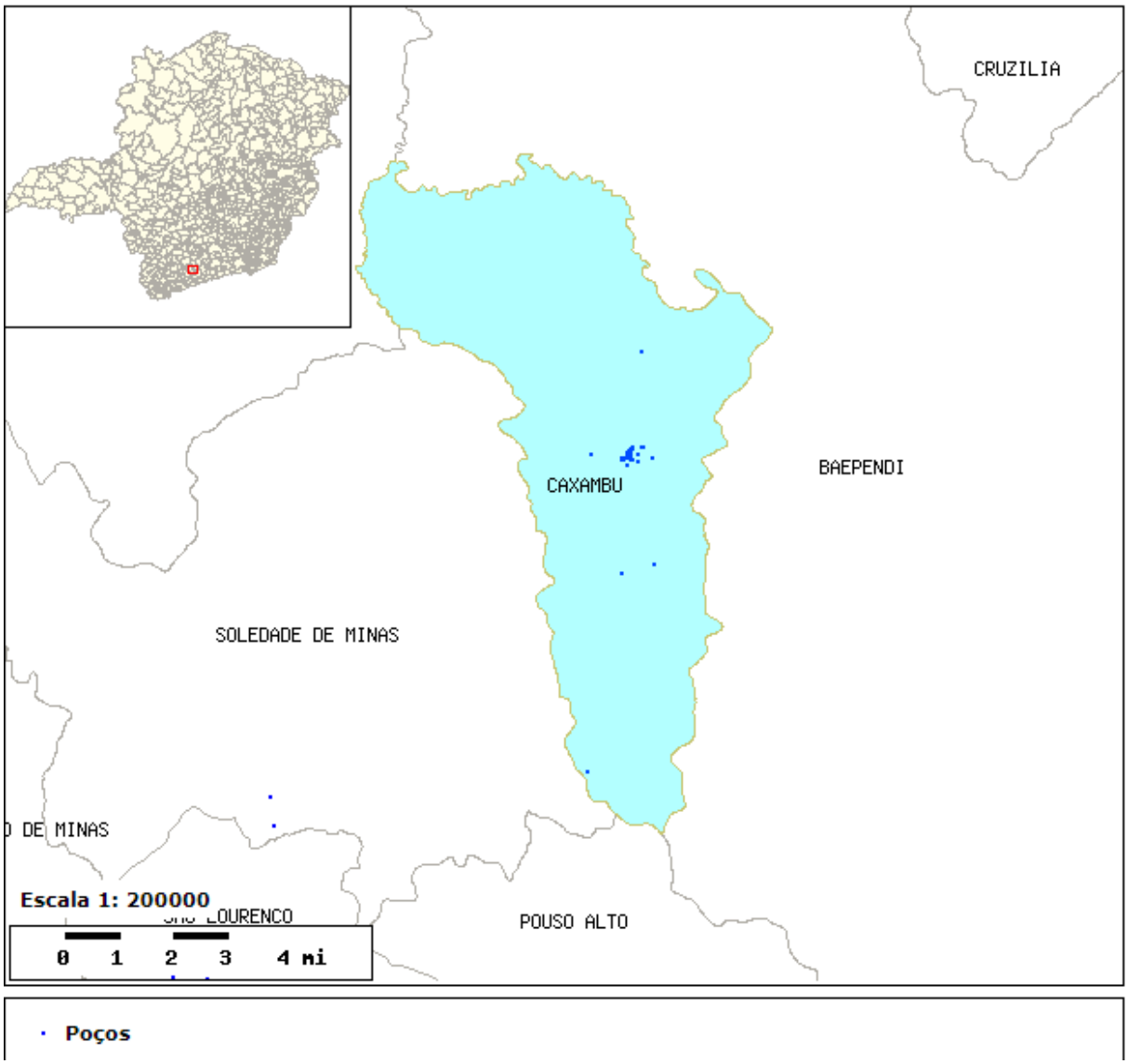
[17] De acordo com o Art. 3º, § 1º da Deliberação Normativa CERH - MG nº 09, de 16 de junho de 2004, as captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, com volume menor ou igual a 10

Observa-se na listagem do Anexo AANEXO que as captações superficiais estão localizadas no Ribeirão João Pedro e no Córrego da Invernada, e demandam respectivamente os volumes de 1,55 m³/s e 0,3 m³/s destes recursos hídricos. Em relação à demanda de água subterrânea, a base de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) possui em seu cadastro 35 poços tubulares cadastrados no município de Caxambu, distribuídos no território conforme a Figura 60. Comparando-se com o número de outorgas e cadastros de poços tubulares particulares apresentados no Anexo A (27 no total), há um indicativo de que ainda restam poços tubulares a serem cadastrados ou outorgados no município. Dessa forma, há necessidade de acompanhamento dos usuários de água pelo órgão ambiental, orientando-os sobre o uso racional da água captada e da importância da regularização dos recursos hídricos, a fim de evitar futuros conflitos pelo uso da água na região e garantir o abastecimento para consumo humano.

---

m^3/dia, serão consideradas como usos insignificantes para as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

Figura 60 – Poços tubulares perfurados no município de Caxambu e cadastrados no Siagas



Fonte: CPRM, 2019

A Organização Mundial da Saúde (OMS) indica que o cálculo dos requisitos mínimos de água para que os riscos à saúde sejam reduzidos, deve ser baseado nas demandas para hidratação, preparo e higienização de alimentos e promoção de higiene básica, como lavar as mãos, banho e lavar as roupas. Para tanto, sugere que para atendimento a essas demandas básicas são necessários entre 50 e 100 litros de água por pessoa por dia (ONU, 2014). Nesse sentido, para atendimento à demanda da população na área rural, é necessário que sejam implementadas soluções alternativas, individuais ou coletivas, a fim de atender à demanda necessária.

Para fins de cálculo da demanda necessária nas áreas com soluções alternativas individuais ou coletivas desprovidas de rede de distribuição, aplicou-se a equação de vazão média

apresentada no item 4.4.1 tomando como referência o consumo *per capita* (qpc) mínimo recomendado pela OMS (50 L/hab.dia) e a população que atualmente não é atendida por sistema coletivo (para a qual já foi calculada a demanda no item 4.4.1), sendo um total 2206 habitantes. O resultado é descrito a seguir.

$$Q = \frac{P \times qpc}{86400} = \frac{2206 \times 50}{86400} = \quad 1{,}27\ \mathrm{L/s}$$

Ressalta-se que essa demanda não está concentrada no território municipal, uma vez que a população atualmente não atendida por sistema coletivo se encontra em diferentes comunidades rurais ou em domicílios dispersos na área rural. Desta forma, para fins de projeto, a demanda deve ser avaliada para cada uma das situações. Cabe destacar que a demanda apresentada se refere apenas a atual, pois a análise para o horizonte de planejamento do PMSB será realizada no documento do Prognóstico (Produto D), o qual conterá o estudo da projeção populacional, variável que fundamentará questões de demandas futuras de água para consumo humano.

4.5. Qualidade da água bruta e do produto final do serviço de abastecimento de água

4.5.1. Qualidade da água bruta superficial e subterrânea

❖ Águas superficiais

Para monitorar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas no estado de Minas Gerais, o Igam desenvolve o projeto "Águas de Minas", que monitora principalmente indicadores como: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Contaminação por Tóxicos (CT) e Índice de Estado Trófico (IET), existindo diversos pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, na qual a sub-bacia do Rio Baependi está inserida. Dentre estes, dois pontos são para amostragem do Rio Baependi, um ponto localizado a jusante do Município de Baependi e outro ponto à montante da confluência com o Rio Verde, no Município de Conceição do Rio Verde, sendo de interesse para o presente trabalho apenas o ponto localizado no Município de Baependi, apresentado na Tabela 50.

Tabela 50 – Pontos de amostragem do Projeto Águas de Minas no Rio Baependi

Estação	Curso d'água	Município
BG024	Rio Baependi	Baependi (MG)

Fonte: IGAM, 2009

O Índice de Qualidade da Água (IQA) reflete a contaminação das águas em decorrência da matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes e sumariza os resultados de nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais). Os valores do índice variam entre 0 e 100 é classificado como muito ruim, ruim, médio, bom e excelente, conforme apresentado na Tabela 51.

Tabela 51 – Classificação do Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Classes	Valor do IQA
Excelente	Entre 91 e 100
Bom	Entre 71 e 90
Médio	Entre 51 e 70
Ruim	Entre 26 e 50
Muito ruim	Menor que 25

Fonte: IGAM, 2020

Além dos parâmetros que compõe o IQA, o IGAM também monitora as concentrações de substâncias tóxicas nos corpos de água, identificando a presença de arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre e cianeto total, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total. A concentração dessas substâncias determinará se a Contaminação por Tóxicos (CT) é caracterizada como baixa, média ou alta, conforme apresentado na Tabela 52.

Tabela 52 – Classificação da Contaminação por Tóxicos (CT)

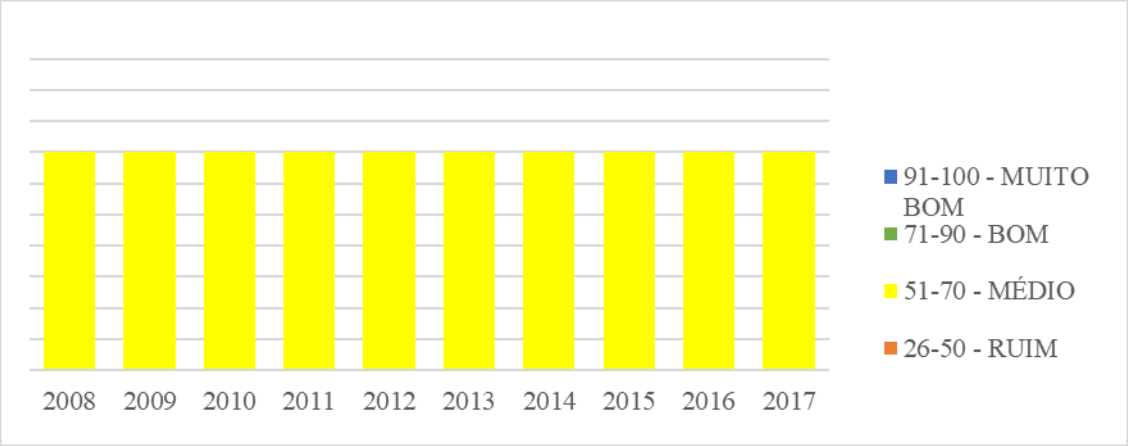
Classes	Faixa de concentração[1]
Baixa	Concentrações das substâncias tóxicas excedem em até 20% o limite da classe de enquadramento
Média	Concentrações das substâncias tóxicas excedem entre 20% e 100 o limite da classe de enquadramento
Alta	Concentrações das substâncias tóxicas excedem em mais de 100% o limite da classe de enquadramento

1 - Comparam-se os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água, constantes na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

Fonte: IGAM, 2020

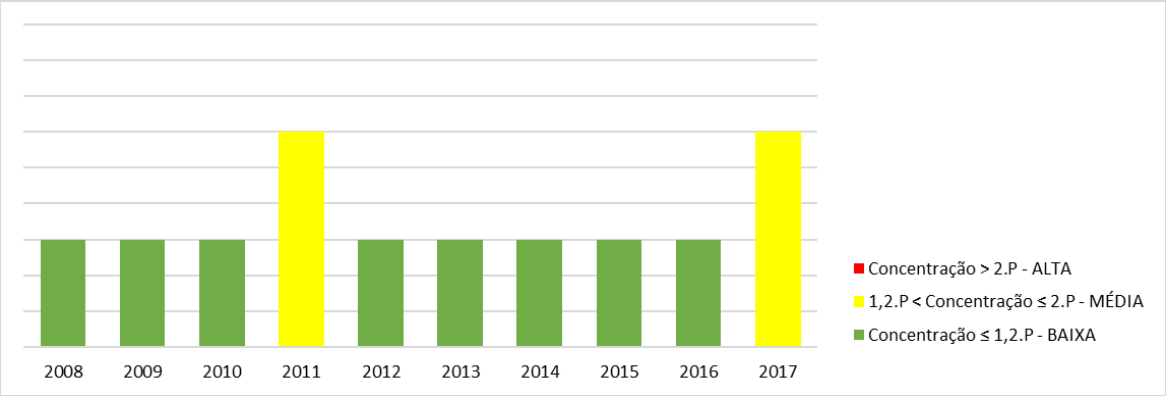
Os resultados do IQA e CT para a estação supracitada, entre os anos 2008 e 2017 estão apresentados nas Figura 61 e Figura 62.

Figura 61 – Gráfico da evolução do IQA na estação BG024 entre 2008 e 2017



Fonte: IGAM, 2020

Figura 62 – Gráfico da evolução do CT na estação BG024 entre 2008 e 2017



Fonte: IGAM, 2020

Conforme observa-se na Figura 61, o IQA para a estação BG024 se manteve com índice médio, com valores entre 51 e 70 durante todos os anos monitorados. Conforme o Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Verde (ECOPLAN e LUME, 2009), todos os parâmetros analisados então em conformidade com classe de enquadramento para a estação, classe 2, com exceção de coliformes termotolerantes. De acordo com Plano, a desconformidade do parâmetro pode estar relacionada ao lançamento de esgotos *in natura* por parte de ocupação próximas ao Rio.

Quanto ao CT (Figura 62), observa-se que a concentração excedeu em até 20% o limite da classe 2 para o rio Baependi na maioria dos anos apresentados, e excedeu o limite para a classe 2 no intervalo de 20% a 100% em 2011 e 2017.

Até o mês abril de 2021, não foram repassadas à equipe da UFMG/Projeto SanBas informações referentes ao monitoramento da água bruta realizada pela Copasa.

❖ Águas subterrâneas

As águas superficiais são consideradas mais vulneráveis que as águas subterrâneas, uma vez que estão mais susceptíveis à poluição/contaminação de diversas fontes, enquanto a água subterrânea é "naturalmente protegida devido aos processos biológicos, físicos e químicos que ocorrem no solo" (BRASIL, 2007, p. 18). Todavia, após a contaminação/poluição os esforços para despoluição são elevados e sua recuperação lenta, ao contrário das águas superficiais, cuja dinâmica de autodepuração aceleram a recuperação.

O risco potencial de contaminação de um manancial subterrâneo varia de acordo com o tipo de contaminante e suas características, como o tipo de rocha, o tipo de solo, a hidrogeologia, entre outros. A poluição ou contaminação pode ocorrer direta ou indiretamente, tendo como desencadeador desse desequilíbrio as atividades humanas ou os próprios processos naturais (Adaptado de BRASIL, 2007, p. 18):

> As fontes mais comuns de poluição e contaminação direta das águas subterrâneas são:
>
> • Deposição de resíduos sólidos no solo: descarte de resíduos provenientes das atividades industriais, comerciais ou domésticas em depósitos a céu aberto, conhecidos como lixões. Nessas áreas, a água de chuva e o líquido resultante do processo de degradação dos resíduos orgânicos (denominado chorume), tendem a se infiltrar no solo, carreando substâncias potencialmente poluidoras, metais pesados e organismos patogênicos (que provocam doenças).
>
> • Esgotos e fossas: o lançamento de esgotos diretamente sobre o solo ou na água, os vazamentos em coletores de esgotos e a utilização de fossas construídas de forma inadequada constituem as principais causas de contaminação da água subterrânea.
>
> As formas mais comuns de poluição/contaminação indireta são:
>
> • Poços mal construídos e/ou abandonados: poços construídos sem critérios técnicos, com revestimento corroído/rachado, sem manutenção e abandonados sem o fechamento adequado (tamponamento), podem constituir vias importantes de contaminação das águas subterrâneas.

O município de Caxambu está localizado sobre três domínios hidrogeológicos: metassedimentos/ metavulcânicos (aquífero fissural), cristalino (aquífero fissural) e formações

cenozóicas. As principais características em relação à qualidade e vulnerabilidade das águas estão apresentadas na Tabela 53.

Tabela 53 – Qualidades e vulnerabilidades dos aquíferos existentes no município de Caxambu

Domínio hidrogeológico	Qualidade	Vulnerabilidade
Metassedimentos/ Metavulcânicos	Maior potencialidade hidrogeológica que o esperado para o aquífero cristalino.	Pequena vazão produzida por poços, e a água a maioria das vezes é salinizada. Reservatórios aleatórios, contínuos e de pequena extensão.
Cristalino	Ocorrência de água subterrânea é condicionada predominantemente por uma porosidade secundária (fraturas e fendas).	Pequena vazão produzida por poços, e a água a maioria das vezes é salinizada. Reservatórios aleatórios, contínuos e de pequena extensão.
Formações cenozóicas	Comportamento de aquífero poroso e nos terrenos arenosos possui elevada permeabilidade. Podem produzir vazões significativas nos poços tubulares.	

Fonte: Bomfim, 2010

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) por meio do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) possui uma base de dados com o mapeamento dos poços permanentes perfurados em todo o Brasil, seguindo a recomendação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), através da Moção Nº 038, de 7 de dezembro de 2006, a qual determina (CPRM, 2019):

> a adoção do SIAGAS, pelos órgãos gestores estaduais, Secretarias dos Governos Estaduais, Agência Nacional de Águas - ANA e Usuários dos Recursos Hídricos Subterrâneos, como base nacional compartilhada para armazenagem, manuseio, intercâmbio e difusão de informações sobre águas subterrâneas.

Complementar a essa base de dados foi criada a Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS), responsável pelo monitoramento contínuo dos poços perfurados. Apesar de possuir 35 (trinta e cinco) poços cadastrados na base de dados do SIAGAS, não foram identificados dados de qualidade da água dos poços ou registros de monitoramento na RIMAS.

Contudo, a título de informação, foram consultadas as análises de qualidade de água apresentadas nos cadastros dos poços no SIAGAS, as quais são lançadas quando há realização do cadastro no sistema. Não há dados lançados para todos os poços, apenas 13 poços cadastrados possuem dados sobre a qualidade da água, e ainda assim as análises foram realizadas há mais de cinco anos.

4.5.2. Qualidade da água distribuída à população

Atualmente está em vigência a Portaria GM/MS nº 888/2021 e conforme o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, do Ministério da Saúde, estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Nesta, são definidas as responsabilidades tanto dos municípios (titulares dos serviços de abastecimento de água), quanto dos prestadores desses serviços, que pode ser tanto o titular quanto outros prestadores a quem o titular delegou ou concedeu os serviços.

Desta forma, a portaria define que compete às Secretarias de Saúde dos municípios (MS, 2017):

> I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano;
>
> II - executar ações estabelecidas no VIGIAGUA, consideradas as peculiaridades regionais e locais, nos termos da legislação do SUS;
>
> III - inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s);
>
> [...]
>
> V - garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados, de acordo com mecanismos e os instrumentos disciplinados no Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005;
>
> [...].

Já como competências dos prestadores de serviços, define que é dever deste (MS, 2017):

> I - exercer o controle da qualidade da água;
>
> [...]
>
> III - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, nos termos deste Anexo, por meio de:
>
> [...]
>
> e) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes dos sistemas e das soluções alternativas coletivas, conforme plano de amostragem estabelecido neste Anexo.
>
> [...]
>
> V - encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e semestrais com informações sobre o controle da qualidade da água, conforme o modelo estabelecido pela referida autoridade;
>
> VI - fornecer à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios os dados de controle da qualidade da água para consumo humano, quando solicitado;

> VII - monitorar a qualidade da água no ponto de captação, conforme estabelece o art. 40;
>
> [...]
>
> X - proporcionar mecanismos para recebimento de reclamações e manter registros atualizados sobre a qualidade da água distribuída, sistematizando-os de forma compreensível aos consumidores e disponibilizando-os para pronto acesso e consulta pública, em atendimento às legislações específicas de defesa do consumidor;
>
> [...]
>
> XII - assegurar pontos de coleta de água na saída de tratamento e na rede de distribuição, para o controle e a vigilância da qualidade da água.

Desta forma, os itens a seguir descrevem como o controle e vigilância da água previsto na portaria tem sido executado pelo município e pelo prestador de serviços.

4.5.3. Monitoramento do prestador de serviços

Conforme já apresentado, é dever do prestador de serviços de abastecimento de água manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, observando o disposto no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, do Ministério da Saúde[18] (MS, 2017). A referida Portaria, estabelece os limites máximos para os parâmetros de qualidade da água. Esses limites estão apresentados na Tabela 54.

Cabe ressaltar que, no mês de maio de 2021 entrou em vigência a Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Portanto, recomenda-se veemente o conhecimento desta nova Portaria. É essencial o estudo da nova Portaria pelos gestores da saúde municipal, assim como pelos responsáveis por sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas coletivas para que possam planejar e executar as devidas adequações e/ou modificações visando atender à nova legislação.

Tabela 54 – Padrões estabelecidos na Portaria MS 05/2017, Anexo XX[19]

Parâmetro[1]	Unidade	Valor máximo permitido
PADRÃO ORGANOLÉPTICO NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO		
Alumínio	mg/L	0,20
Amônia (como NH3)	mg/L	1,50
Cloreto	mg/L	250,00

[18] Destaca-se que o Anexo XX da referida Portaria está em processo de revisão, atualmente em consulta pública, sendo propostas alterações nos padrões de alguns parâmetros, a exemplo da dureza e sólidos dissolvidos totais. A minuta da proposta de alteração pode ser consultada no link: https://www.saude.gov.br/acesso-a-informacao/participacao-social/46494-consulta-publica-n-3-de-3-de-marco-de-2020

[19] Atualmente em vigência a Portaria GM/MS Nº 888/2021

Parâmetro[1]	Unidade	Valor máximo permitido
Cor Aparente (²)	uH	15,00
1,2 diclorobenzeno	mg/L	0,01
1,4 diclorobenzeno	mg/L	0,03
Dureza total	mg/L	500,00
Etilbenzeno	mg/L	0,20
Ferro	mg/L	0,30
Gosto e odor (³)	Intensidade	6,00
Manganês	mg/L	0,10
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Sódio	mg/L	200,00
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1000,00
Sulfato	mg/L	250,00
Sulfeto de hidrogênio	mg/L	0,10
Surfactantes (como LAS)	mg/L	0,50
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	uT	5,00
Zinco	mg/L	5,00
Xilenos	mg/L	0,30
PADRÃO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO		
Escherichia coli	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Ausência em 100 mL
	Na água para consumo humano[2]	Ausência em 100 mL
Coliformes totais[4]	Na saída do tratamento[3]	Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede) que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede) que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês
TURBIDEZ (PÓS-FILTRAÇÃO OU PRÉ-DESINFECÇÃO)		
Desinfecção (para águas subterrâneas)	uT	1,0 em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	uT	0,5 em 95% das amostras
Filtração lenta	uT	1,0 em 95% das amostras

(1) Existem ainda padrões para substâncias químicas que representam risco à saúde, os quais se encontram apresentados no Anexo 2.
(2) Indicador de contaminação fecal.
(3) Indicador de eficiência de tratamento.
(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Fonte: MS, 2017

❖ Copasa

A Tabela 55 apresenta as análises da qualidade da água tratada proveniente do sistema de abastecimento de água da sede municipal de Caxambu no período de janeiro de 2019 a março de 2020, conforme Relatório Anual de Qualidade da Água da Copasa (COPASA, 2019). Os dados das análises da qualidade da água são referentes aos parâmetros de cloro, coliformes totais, cor, *Escherichia coli*, fluoreto, pH e turbidez. Conforme as tabelas apresentadas, as amostras coletadas atendem, em sua maioria, aos padrões estabelecidos na Portaria MS 05/2017, vigente no período de análise. Contudo, observa-se amostras de cor, fluoreto e turbidez fora do padrão disposto na Portaria. O plano de amostragem da ETA encontra-se no Anexo C deste documento.

Tabela 55 – Análise da qualidade da água, no período de 01/2019 a 03/2020

Parâmetro	Unidade	Número de amostras				Valor Médio	Limites
		Mínimo	Analisadas	Fora do padrão	Que atende		
Cloro	mg/L Cloro	570	682	0	682	0,98	0,2 a 2
Coliformes Totais	NMP/100mL	570	677	0	677	100%	**
Cor	UH	150	682	4	678	2,72	15
Escherichia coli	NMP/100mL	570	677	0	676	-	**
Fluoreto*	mg/L F	0	50	10	40	0,42	0,6 a 0,85
Turbidez	uT	570	681	3	678	0,97	5
pH	-	0	50	0	50	7,56	6 a 9,5

* Parâmetros não obrigatórios de serrem realizados na água distribuída (rede e reservatório).
** Para os parâmetros "Coliforme total" e "*Escherichia coli*", os valores médios não se aplicam. Referem-se ao percentual de amostras que atende aos padrões de potabilidade no período, sendo avaliados de acordo com os critérios:
Coliformes totais: - sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes: apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo.
- Sistemas ou soluções alterativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes devem apresentar ausência desses indicadores em, pelo menos, 95% das amostras examinadas no mês.
Escherichia coli: ausência em 100 mL.
*** De acordo com o Anexo XX da Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

Fonte: Copasa, 2020

4.5.3.1. Monitoramento no âmbito do Programa Vigiágua

O Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano – Vigiágua foi implantado em 1999 a partir de uma iniciativa da Secretaria de Vigilância em Saúde, do Ministério da Saúde do Brasil, por meio da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (BRASIL, s. d).

O Vigiágua é um instrumento de implementação das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Consiste em um conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir à população o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade, estabelecido na legislação vigente, como parte integrante das ações de promoção da saúde e prevenção dos agravos transmitidos pela água (BRASIL, 2020). Esse programa estabelece que o município defina o plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano, sendo os parâmetros, o número de amostras e a frequência de monitoramento determinados pela Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (BRASIL, 2016). Na Tabela 56 e na Tabela 57 são apresentados os parâmetros definidos pela Diretriz, bem como os números mínimos mensais de amostras a serem analisadas em função da população do município.

Tabela 56 – Número mínimo mensal de amostras analisadas para os parâmetros cloro residual livre, turbidez, coliformes totais/ *Escherichia coli* segundo faixa populacional do município, com destaque para a faixa em que se enquadra o município de Caxambu

Parâmetros	População (habitantes)					
	0 a 5.000	5001 a 10.000	10.001 a 50.000	50.001 a 200.000	200.001 a 500.000	Superior a 500.001
Cloro residual livre (1)	6	9	8 + (1 para cada 7.500 habitantes	10 + (1 para cada 10.000 habitantes	20 + (1 para cada 20.000 habitantes	35 + (1 para cada 50.000 habitantes
Turbidez						
Coliformes totais						
Escherichia coli						

(1) Análise do composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

Fonte: BRASIL, 2016

Tabela 57 – Número mínimo mensal de amostras analisadas para o parâmetro fluoreto segundo a faixa populacional do município, com destaque para a faixa em que se enquadra o município de Caxambu

Parâmetros	População (habitantes)					
	0 a 50.000	50.001 a 100.000	100.001 a 200.000	200.001 a 500.000	500.001 a 1.000.000	Superior a 1.000.001
Fluoreto	5	7	9	13	18	27

Fonte: BRASIL, 2016

Segundo informações do Vigiágua, em 2020 foram repassadas informações sobre 54 análises realizadas em diversos locais do município de Caxambu, dentre eles ESFs, Policlínica Municipal, Quartel da Polícia Militar e escolas. Dos dados obtidos, cinco amostras de turbidez (9,2%) e seis de cloro residual livre (11,1%) estavam fora dos padrões estabelecidos. As análises de fluoreto não foram disponibilizadas e houve ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em todas as análises realizadas.

4.6. Identificação de mananciais para abastecimento futuro

Para a seleção de manancial destinado ao abastecimento público, é importante que todas as opções, superficiais e subterrâneas, sejam analisadas e devidamente avaliadas. A escolha do manancial é uma decisão de grande importância e responsabilidade em um projeto de abastecimento de água. A escolha da solução técnica de abastecimento de água para o consumo humano dependerá de diversos fatores tais como: i) tamanho da população a ser atendida; ii) densidade demográfica; iii) tipo de manancial (superficial ou subterrâneo); iv) características físicas, químicas e biológicas dos mananciais; v) características topográficas, geológicas e geotécnicas; vi) instalações existentes; vii) condições econômico-financeiras; viii) recursos humanos; e ix) disponibilidade de energia elétrica. Além disso, devem ser consideradas as características sociais e culturais da população a ser atendida (HELLER; PÁDUA, 2006). Uma das principais questões a serem consideradas na dimensão social é a aceitabilidade da comunidade em relação à água do manancial proposto.

Dessa forma, a identificação e definição de um manancial para abastecimento de água para consumo humano necessita de estudos aprofundados e específicos que deverão ser realizados anteriormente a um determinado projeto de abastecimento de água. Por isso, neste tópico serão abordadas somente informações a partir de dados secundários disponíveis, que possam subsidiar uma futura identificação e escolha de mananciais para abastecimento de água.

4.6.1. Mananciais superficiais[20]

A partir da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IDE-Sisema), foram identificados 16 cursos d'águas (córregos, ribeirões e rios) cadastrados e nomeados no município de Caxambu (SISEMA, 2020). Sendo que, para o abastecimento de água, é fundamental a avaliação das variações de vazão desses cursos d'água, importando avaliar as vazões mínimas. A segurança do fornecimento de água depende da garantia de que a vazão a ser captada seja inferior à mínima do manancial em um determinado período hidrológico, a menos que sejam adotadas estruturas para acumulação, mas mesmo neste caso é essencial que se conheçam as variações hidrológicas do curso de água (HELLER; PÁDUA, 2006).

[20] Manancial superficial "é constituído pelos cursos d'água (córregos, ribeirões, rios, lagos, represas, etc.) e como o nome indica, tem o espelho d'água na superfície do terreno" (HELLER; PÁDUA, 2006).

No presente diagnóstico, serão avaliados dois tipos de vazões para avaliar os mananciais superficiais: i) vazão média de longa duração (Q_{mld}), vazão máxima possível de ser regularizada e, ii) vazão mínima de referência com sete dias de duração e período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$). Além das vazões, foram trabalhadas as informações do enquadramento dos cursos d'águas e os principais usos cadastrados, referentes aos usos não significantes, e os usos outorgados de uso de água.

Dessa forma, na Tabela 58 são apresentadas as principais características dos cursos d'água presentes no município de Caxambu, bem como as finalidades de usos já outorgados/cadastrados nesses cursos d'água.

Tabela 58 – Características dos mananciais superficiais presentes no Município de Caxambu

Mananciais superficiais	Q_{mld}[1] (m^3/s)	$Q_{7,10}$ [2] (m^3/s)	Enquadramento	Usos outorgados cadastrados/outorgados[3]
Rio Baependi	18,1084	4,2654	Classe 2	Extração Mineral
Ribeirão Bengo	0,1298	0,0167	Classe 2	Paisagismo Desassoreamento
Córrego do Bengo	0,0815	0,0097	Classe 1	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego Bueiro Três Bocas	0,0712	0,0084	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego da Cachoeira	0,0785	0,0095	Classe 1	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego Cana do Reino	0,0948	0,0116	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego da Divisa	0,1403	0,0178	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego Dois Córregos	0,0406	0,0045	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego Dois Córregos de Cima	0,0254	0,0026	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego da Invernada	0,2563	0,0354	Classe 2	Consumo Humano
Ribeirão João Pedro	0,5623	0,0889	Classe 2	Aquicultura Consumo Humano Recreação
Córrego Mombaça	0,1339	0,0169	Classe 1	Aquicultura Recreação Controle de Cheias
Córrego Passagem	0,0667	0,0077	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Córrego Santos Antônio	0,0247	0,0026	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado
Ribeirão do Taboão	4,7649	0,9469	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado

Mananciais superficiais	Q_{mld}[1] (m^3/s)	$Q_{7,10}$ [2] (m^3/s)	Enquadramento	Usos outorgados cadastrados/outorgados[3]
Ribeirão Vale Formoso	0,7674	0,1209	Classe 2	Nenhum uso cadastrado/outorgado

[1] Q_{mld}: Vazão média de longo período – Ressalta-se que para o dado apresentado optou-se por calcular a média da Q_{mld} apresentada no estudo de regionalização de vazões (IDE-SISEMA) para diversos trechos dos cursos d'água no município, uma vez que a variação entre os trechos era pequena e não impactaria na análise a nível de plano de saneamento. Contudo, para estudos a nível de projeto deve ser considerada a Q_{mld} específica do ponto de interesse.

[2] $Q_{7,10}$: Vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos – Ressalta-se que para o dado apresentado optou-se por calcular a média da $Q_{7,10}$ apresentada no estudo de regionalização de vazões (IDE-SISEMA) para diversos trechos dos cursos d'água no município, uma vez que a variação entre os trechos era pequena e não impactaria na análise a nível de plano de saneamento. Contudo, para estudos a nível de projeto deve ser considerada a $Q_{7,10}$ específica do ponto de interesse.

[3] Ressalta-se que são apresentados na tabela apenas os usos cadastrados ou outorgados junto ao órgão ambiental (SEMAD/MG), podendo haver outros usos que não se encontram regularizados, inclusive nos cursos d'água para os quais não foram identificados nenhum uso.

Fonte: SEMAD- MG, 2019

Um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, definido na Lei nº 9.433/1997, é o enquadramento dos corpos d'água em classes, o qual estabelece metas de qualidade para os corpos de água, a fim de assegurar os usos de recursos hídricos preponderantes, mais restritivos, neles identificados (atuais e futuros), e minimizar a poluição das águas (BRASIL, 1997). As águas da bacia do rio Verde foram enquadradas por meio da Deliberação Normativa Nº 33, de 18 de dezembro de 1998, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, com base na Deliberação Normativa COPAM Nº 10, de 16 de dezembro de 1986. Entretanto, conforme prevê o artigo 14 da Resolução CNRH Nº 91, de 5 de novembro de 2008, os corpos de água enquadrados com base em legislação anterior deverão passar por adequação aos atuais procedimentos, especialmente no que se refere à aprovação do respectivo comitê de bacia hidrográfica, à deliberação do Conselho de Recursos Hídricos competente e ao programa de efetivação. Portanto, o enquadramento dos corpos d'água da bacia do Rio Verde foram atualizados e adequados de pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde, mas ainda não implementados (ECOPLAN e LUME, 2009). Todavia, de acordo com o Plano, não ocorreram grandes alterações nos usos das águas que obrigassem uma atualização do enquadramento na sub-bacia do rio Baependi, permanecendo assim o enquadramento realizado anteriormente, conforme apresentado na Tabela 58.

Para determinar se um curso d'água pode ser destinado ao abastecimento público, deve-se considerar, além do enquadramento, a disponibilidade hídrica do mesmo, ou seja, a vazão disponível para a demanda solicitada, havendo assim a necessidade de se fazer o balanço hídrico, computando as outorgas já emitidas e as vazões já comprometidas na determinada região (IGAM, 2019). De acordo com a Portaria IGAM n° 48/2019, o limite máximo de

captações em recursos hídricos a serem outorgados na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Verde (UPGRH – GD4), para cada seção considerada em condições naturais, é de 50% (cinquenta por cento) da Q7,10, ficando garantidos, a jusante de cada intervenção, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da Q7,10 (IGAM, 2019). Dessa forma, observa-se que o ribeirão do Taboão e o rio Baependi podem vir a ser considerados como possíveis mananciais para o abastecimento futuro, considerando suas vazões e enquadramentos. Sobre o rio Baependi, destaca-se que o mesmo é o atual responsável pelo abastecimento dos municípios de Baependi e Caxambu, através do SAA integrado Caxambu-Baependi, com captação realizada no Município de Baependi. Ressalta-se ainda, que o referido rio apresenta vazão suficiente para o abastecimento dos dois municípios.

4.6.2. Mananciais subterrâneos[21]

Uma alternativa à utilização de mananciais superficiais são os mananciais subterrâneos, por oferecerem soluções simples e de grande viabilidade técnica e econômica. Especialmente no abastecimento de pequenas comunidades e núcleos populacionais da zona rural, as captações de águas subterrâneas subsuperficiais, por poços rasos e por drenos, e as aflorantes, como as fontes, são de fácil implementação, operação e manutenção e têm baixo custo de construção. Já os poços tubulares profundos, apesar de exigirem um maior investimento nas fases de estudo e de construção, trazem ganhos por, geralmente, permitem a simplificação do tratamento da água a ser distribuída (HELLER; PÁDUA, 2006).

Conforme descrito e discutido no item 2.2.4 - Geologia e Hidrogeologia, o município de Caxambu apresenta três domínios hidrogeológicos: metassedimentos/ metavulcânicos (aquífero fissural), cristalino (aquífero fissural) e formações cenozóicas (aquífero poroso). As principais informações sobre disponibilidades hídricas desses tipos de aquíferos são apresentadas na Tabela 59.

[21] Manancial subterrâneo "é aquele cuja água vem do subsolo, podendo aflorar à superfície (nascentes, minas, etc), ou ser elevado a superfície através de obras de captação (poços rasos, poços profundos, galerias de infiltração) (HELLER; CASSEB, 1995, p.74).

Tabela 59 – Características dos sistemas de aquíferos existentes no município de Caxambu

Sistema de Aquífero	Produtividade	Classe de produtividade	Unidade Hidroestrátigráfica Aflorante	Níveis d'água
Cristalino	Baixa (vazão entre 3m³/h e 10m³/h)	Produtividade classe 3 (moderada). Fornecimento de água para abastecimentos locais ou consumo privado.	Rochas de natureza granítica associadas aos Complexos Gnáissico-Graníticos, Gnáissico-Migmatíticos, Granulíticos, Suítes Graníticas e Granitóides; ou de derrames vulcânicos	As áreas de veredas, os níveis de água são rasos, enquanto nas chapadas e platôs atingem a 70 metros de profundidade.
Metassedimentos - Metavulcânicas	Média (vazão entre 10m³/h e 40m³/h)			
Formações cenozóicas	Média (vazão entre 10m³/h e 40m³/h)			Elevada permeabilidade nos terrenos arenosos.

Fonte: CPRM, 2019

Os dados apresentados nas Tabela 58 e Tabela 59, além das informações sobre a qualidade da água superficial e da água das captações subterrâneas apresentadas no item 4.5 deste documento, podem contribuir nas discussões do município e prestadores de serviços, no tocante a buscas por melhores soluções de manancial para abastecimento de água.

Cumpre destacar que uma análise mais detalhada sobre a identificação de mananciais de abastecimento futuro será realizada no documento do Produto D – Prognóstico do Saneamento Básico, que também conterá o estudo da projeção populacional, variável que fundamentará questões de demandas futuras de água para consumo humano.

4.7. Identificação e análise da situação econômico-financeira dos serviços de abastecimento de água

Até março de 2021 a Copasa não tinha repassado informações para realizar análise da situação econômico-financeira do serviço de abastecimento de água no município de Caxambu**,** conforme solicitado no Ofício n° 208/2020 enviado pela Prefeitura Municipal em 22 de abril de 2020. Dessa maneira, foi adotado os dados preenchidos no SNIS (2019), para descrever que os investimentos realizados em abastecimento de água pelo prestador de serviços (indicador FN023), no ano de 2019, foi de R$ 212.066,23.

4.8. Caracterização da prestação dos serviços segundo indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

Um indicador, de maneira geral, fornece informações que possibilitam avaliar o estado de salubridade ambiental de um local específico, visando apontar dentre os serviços do saneamento aqueles que têm sido executados de maneira adequada, e aqueles cuja operação tem potencial de causar malefícios à qualidade de vida da população e ao meio ambiente, em decorrência de algum aspecto inadequado. Assim, o uso de indicadores para avaliar serviços de saneamento contribui para a mudança de comportamento e para a formulação e reformulação de políticas públicas (TEIXEIRA, PRADO FILHO e SANTIAGO, 2018)[22].

No tocante aos serviços públicos de saneamento básico, o uso de indicadores é útil para se verificar em que medida o saneamento básico está adequado no município (ou em que medida há deficiência) e qual aspecto do modelo gestão adotado pela administração municipal pode ser reavaliado para promover a melhoria dos serviços para a população, e, com isso, contribuir para a promoção da saúde. Para caracterizar os serviços de saneamento básico na Sede do município de Caxambu, foram utilizados os indicadores disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. O objetivo da análise dos indicadores é interpretar sobre a situação de atendimento da população, conforme os princípios de universalização do acesso e integralidade, dados pela Lei n° 11.445/2007, e o conceito de atendimento adequado, dado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab.

Compreender a informação de um indicador é importante, no âmbito da administração pública municipal, para que os gestores públicos tomem decisões sobre as prioridades de destinação de investimentos, de planejamento de ações, etc. Os indicadores são, dessa forma, instrumentos de planejamento municipal, de elaboração e avaliação de políticas públicas. Tomando-se como exemplo os serviços públicos de esgotamento sanitário, há um indicador que aponta a porcentagem de população urbana atendida com rede de coleta. Se esse indicador aponta 100%, então a prefeitura municipal pode assumir que não é necessário, no curto prazo, realizar ações de adequação do serviço no tocante à coleta de esgotos na área

[22] Uma leitura do estudo de mestrado de Teixeira (2017) pode contribuir para a atuação dos gestores da administração pública municipal, no sentido de aprimorar os indicadores de avaliação do saneamento básico no município. A referência pode ser encontrada por: TEIXEIRA, D. A. **Construção e determinação do indicador de salubridade ambiental (ISA/OP) para as áreas urbanas dos municípios de Ouro Preto, MG**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. PROAMB. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2017.

urbana. Um outro indicador aponta a porcentagem de esgotos tratados em relação aos esgotos coletados na área urbana. Se esse indicador aponta, por exemplo, 40%, então a prefeitura municipal pode assumir que são necessárias ações de adequação dos serviços de tratamento de esgotos visando evitar o impacto negativo aos recursos hídricos em razão do lançamento de esgoto bruto nos cursos d'água do município – considerando, sobretudo, a possibilidade de disseminação de doenças de veiculação hídrica e a poluição de mananciais de abastecimento de água do próprio município, ou mesmo de municípios vizinhos.

Em suma, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, é uma importante ferramenta para que a prefeitura municipal tenha controle sobre os serviços prestados sob sua responsabilidade legal – como titular dos serviços públicos de saneamento básico – e possa promover as melhorias necessárias de maneira mais assertiva, segundo um planejamento mais próximo da realidade municipal. Mas o SNIS é, também, uma ferramenta para que a população municipal exerça o controle social sobre o saneamento básico, de posse de informações mais qualificadas e consolidadas, que lhe permita pautar seus direitos diante do poder público municipal e prestador dos serviços.

Para que a prefeitura municipal possa administrar tais informações, recomenda-se, ainda, que o município disponha de um sistema próprio para fazer o monitoramento desses indicadores. Assim, periodicamente, quando forem requisitados a atualizar o banco de dados do SNIS, o município terá essas informações previamente organizadas, e o acesso aos dados solicitados será facilitado. Nesse sentido, recorda-se o Simisab (Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico), cuja descrição está contida no Produto B do presente PMSB. Acrescenta-se, ainda, que orientações sobre a aplicação de indicadores na implementação do PMSB estarão melhor discutidas no Produto F.

4.8.1. Indicadores analisados na caracterização dos serviços de abastecimento de água referente ao Município de Caxambu

Analisando os indicadores e informações presentes no SNIS (BRASIL, 2018b), foram selecionados os indicadores e informações apresentados na Tabela 60 para auxiliar na caracterização do serviço de abastecimento de água do Município de Caxambu.

Tabela 60 – Indicadores de abastecimento de água para o Município de Caxambu

Prestador		Copasa		
Ano		**2016**	**2017**	**2018**
Atendimento da população				
População (IBGE, 2010)	**Total (hab.)**	22.219	22.208	21.703
	Urbana (hab.)	21.755	21.745	21.250
IN055 – Índice de atendimento total de água (%) Monitora o percentual da população total do município que se beneficia dos serviços públicos de abastecimento de água potável.		86,2	85,43	86,7
IN023 – Índice de Atendimento Urbano de Água (%) Monitora o percentual da população da zona urbana do município que se beneficia dos serviços públicos de abastecimento de água potável.		88,03	87,25	88,55
IN022 – Consumo Médio Per Capita de Água (L/hab.dia) Mede a média de consumo de água por habitante nos municípios.		136,38	138,45	136,06
Sistema de tratamento e distribuição de água potável				
AG006 – Volume de Água Produzido (1000m³/ano) Informa o volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratada na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na saída da ETA.		1.172,92	1.190,35	1.194,19
AG010 – Volume de Água Consumido (1000m³/ano) Informa o volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado para outro prestador de serviços.		953,64	963,29	938,32
IN049 – Índice de Perdas na Distribuição (%) Informa o percentual do volume de água distribuído que é perdido até a apuração do volume consumido pelos usuários, seja por questões técnicas (vazamentos) ou comerciais (fraudes, hidrometração deficiente etc).		18,29	18,67	21,03
IN009 – Índice de hidrometração (%) Avalia a relação das ligações de água ativas e hidrometradas por ligações ativas de água.		100	100	100
Sistema Tarifário				
IN101 – Índice de Suficiência de Caixa (%) Indica a situação financeira do prestador de serviços ao fazer o balanço entre a arrecadação e as despesas correntes.		88,99	123,96	121,61
IN005 – Tarifa Média de Água (R$/m³) Avalia a relação entre a receita operacional direta de água e o volume total de água faturado.		3,97	3,84	4,83
Tarifa Social				
Número de economias beneficiadas com tarifa social (econ.)				1924
Número de famílias inscritas no CadÚnico (econ.)				2688

Fonte: SNIS, 2019

Analisando os indicadores referentes ao atendimento da população observa-se que apesar de possuir uma significativa cobertura no atendimento total de água em 2018 (86,7%), o Município não consegue promover a universalização do acesso. Mesmo na área urbana o

índice atinge apenas 88,55% no ano de 2018. Além disso, ambos os índices não apresentam um aumento significativo na cobertura do serviço de abastecimento de água ao longo dos três anos apresentados. Destaca-se também que nenhum monitoramento ou controle das formas de abastecimento de água é realizado na área rural. Em relação ao consumo *per capita*, observa-se que este apresentou pouca variação ao longo dos três anos mostrados, alterando-se de 136,38 L/hab.dia, em 2016, para 136,06 L/hab.dia, em 2018.

Ao analisar os volumes de água produzido e consumido é possível inferir a respeito das perdas existentes na rede de distribuição. No município de Caxambu, observa-se que o volume consumido tem sido menor que o volume produzido durante todos os anos apresentados, além disso, observa-se também um aumento nessa diferença entre 2016 e 2018, indicando um crescimento de aproximadamente 2,8% nas perdas do sistema.

Um importante indicador, relacionado ao sistema de medição no abastecimento de água é o índice de hidrometração, o mesmo além de contribuir na avaliação de perdas e divisão de custos no sistema, induz à redução do desperdício de água por parte dos usuários. No Município de Caxambu, observa-se que todas as economias são hidrometradas, apresentando índice de hidrometração igual a 100% ao longo dos três anos apresentados.

Em relação à situação financeira, observa-se que o índice de suficiência de caixa foi superior a 100% nos três anos analisados, apontando assim a autossuficiência do sistema. Quanto à tarifa média de água praticada, observa-se que no ano de 2018, o município arrecadou R$4,83 por volume total de água faturado. Ressalta-se que o termo "tarifa média" não necessariamente indica o valor da tarifa praticada, pois há outras variáveis envolvidas no cálculo da tarifa cobrada dos usuários, sendo a tarifa cobrada pela prefeitura municipal de Caxambu apresentada no item 3.5 deste documento.

4.8.2. Comparação de indicadores do Município de Caxambu com indicadores de municípios semelhantes

A comparação dos indicadores e informações sobre a prestação dos serviços de abastecimento de água de Caxambu com indicadores e informações de outros municípios, bem como com a média estadual e a média nacional, tem a finalidade de observar em que medida Caxambu acompanha ou supera outros municípios, no tocante à qualidade dos serviços e à universalização do acesso. A comparação entre esses indicadores, para ser mais representativa, requer um grau de aprofundamento maior, conhecendo-se as particularidades

dos serviços nos municípios objetos de comparação, o que não é possível no âmbito do PMSB.

No entanto, a título de ilustração, foram escolhidos quatro indicadores – considerados representativos gerais do serviço de abastecimento – para serem comparados com outros dois municípios, para o ano de 2018. Os indicadores selecionados foram:

a. Índice de atendimento total de água;

b. Consumo médio *per capita* de água;

c. Índice de perdas na distribuição;

d. Índice de hidrometração;

e. Tarifa média de água.

Para seleção dos dois municípios foram considerados os seguintes critérios:

- Se localizarem na mesma mesorregião de Caxambu, no caso, Sul/Sudoeste de Minas;
- Pelo menos um dos selecionados com modelo de prestação de serviço diferente de Caxambu;
- IDH na mesma faixa, estando o município na faixa de IDH Médio (entre 0,600 e 0,699);
- Faixa populacional semelhante;
- Percentual de população urbana e rural, em relação à população total, próximos.

Conforme os critérios citados, foram selecionados os municípios de Baependi e Itanhandu. Explica-se que, apesar dos municípios selecionados não pertencerem à faixa populacional do Município de Caxambu, eles apresentam populações próximas ao mesmo. Dessa forma, na Tabela 61 estão apresentados os indicadores e informações selecionados para a comparação, assim como as médias estadual e nacional.

Tabela 61 – Indicadores de prestação dos serviços de abastecimento de água para comparação entre municípios e médias estadual e nacional

Município		Caxambu	Baependi	Itanhandu	MG	Brasil
Prestador		**Copasa**	**Copasa**	**PMI[1]**	**-**	**-**
População (IBGE, 2010)	**Total (hab.)**	21.703	19.094	15.236	208.494.900	208.494.900
	Urbana (hab.)	21.250	13.816	12.818	176.539.719	176.539.719
IN055 – Índice de atendimento total de água (%) Monitora o percentual da população total do município que se beneficia dos serviços públicos de abastecimento de água potável.		86,7	70,46	100	82,09	83,62
IN022 – Consumo Médio Per Capita de Água (L/hab.dia) Mede a média de consumo de água por habitante nos municípios.		136,06	145,42	269,52	155,23	154,88
IN049 – Índice de Perdas na Distribuição (%) Informa o percentual do volume de água distribuído que é perdido até a apuração do volume consumido pelos usuários, seja por questões técnicas (vazamentos) ou comerciais (fraudes, hidrometração deficiente etc).		21,03	33,17	5,3	36,42	38,45
IN009 - Índice de hidrometração (%) Avalia a relação das ligações de água ativas e hidrometradas por ligações ativas de água.		100	100	0	96,54	92,48
IN101 – Índice de Suficiência de Caixa (%) Indica a situação financeira do prestador de serviços ao fazer o balanço entre a arrecadação e as despesas correntes.		121,61	134,3	151,23	-	-
IN005 – Tarifa Média de Água (R$/m³) Avalia a relação entre a receita operacional direta de água e o volume total de água faturado.		4,83	5,05	0,72	3,92	4,17

Fonte: SNIS, 2019

A análise dos indicadores apresentados na Tabela 61 revela que, em relação ao atendimento total de água, Caxambu apresenta índice superior (86,7%) aos municípios comparados e superior às médias estadual (82%) e nacional (83,6%).

No que se refere ao consumo médio per capita de água, o valor referente à Caxambu (136 L/hab. dia) se mostra inferior tanto a Baependi (145,42 L/hab.dia), quanto às médias estadual (155,23 L/hab.dia) e nacional (154,88 L/hab.dia), e substancialmente inferior ao apresentado por Itanhandu (269,52 L/hab.dia). Relacionado ao consumo médio per capita de água está o índice de hidrometração, em que o município de Caxambu e Baependi, ambos operados pela Copasa, apresentam índices igual a 100%, enquanto Itanhandu, cuja prestadora de serviços é a Prefeitura Municipal, apresenta índice de 0% no ano de 2018. Em relação ao índice de perdas na distribuição, Caxambu apresenta índice inferior às médias estadual e nacional e ao município de Baependi e índice superior ao índice apresentado por Itanhandu.

Em relação ao índice de suficiência de caixa, tanto Caxambu, quanto Baependi e Itanhandu e apresentam índices superiores a 100%, indicando a autossuficiência de caixa. Ao analisar a tarifa média de água, observa-se que Caxambu apresenta tarifa superior (R$4,83) às médias estadual e nacional. Observa-se ainda a significativa diferença entre os municípios operados pela Copasa, Caxambu e Baependi e o município operado pela Prefeitura Municipal, Itanhandu. Enquanto Caxambu e Baependi apresentam tarifas média de R$4,83 e R$5,05, respectivamente, as tarifas apresentadas por Itanhandu é de R$0,72.

Vale mencionar que a comparação aqui realizada é razoável, uma vez que, ainda que o indicador tenha sido calculado com os mesmos tipos de informação para escala comparada (município, IDH, população, etc), há características peculiares de cada caso que podem influenciar no resultado deste (como exemplo, o adensamento populacional e qualidade dos serviços.

4.9. Identificação e análise das principais deficiências dos serviços de abastecimento de água

Nas Tabela 62 e Tabela 63 são apresentadas algumas fragilidades e potencialidades identificadas nos serviços de abastecimento de água no município de Caxambu a partir das visitas de campo realizadas em janeiro de 2020 e março de 2021, somado às entrevistas com as lideranças comunitárias e repasses da Prefeitura Municipal, realizadas pela Equipe UFMG/Projeto SanBas em conjunto com a Auxiliar Técnica contratada para o município.

Cabe destacar que as informações pontuadas a seguir serão fundamentais na etapa de Prognóstico, (Produto D) e Programas, Projetos e Ações (Produto E) do PMSB de Caxambu.

Tabela 62 – Fragilidades do sistema de abastecimento de água em Caxambu

Fragilidades	Descrição
Necessidade de pequenas manutenções nos reservatórios	Na visita técnica realizada aos reservatórios foram identificados necessidade de pintura externa, e especialmente em um deles foi identificada a presença de fungos no seu exterior, que precisam ser controlados.
Ausência de informação sobre a tarifa social da Copasa	Apesar da Copasa informar que disponibiliza folders e divulga informações sobre a tarifa social, houve reclamação dos moradores da sede sobre a ausência de instrução sobre as formas de acesso ao benefício para as famílias de baixa renda que cumprem os requisitos para serem beneficiadas com a redução da tarifa.
População não tem acesso ao local de atendimento (escritório local)	A Copasa possui uma sede, onde ficam lotados os funcionários, e um escritório local para receber a população para a resolução de problemas. Porém, parte da sociedade não sabe a diferenciação dos locais, porque não foram informados da mudança do local de atendimento, ainda que a Copasa disponibilize os endereços das Agências de Atendimento de cada unidade.
Ausência de atendimento por sistemas coletivos a algumas comunidades	Foram identificados que apenas as comunidades Monjolinho e Laranjeiras são atendidas por sistemas coletivos de abastecimento de água.
Inexistência de tratamento da água em todos os sistemas individuais existentes	A população rural, atendida por soluções individuais, não possui qualquer tipo de tratamento de água
Ausência de monitoramento da qualidade da água em todos os sistemas coletivos	Em nenhum dos sistemas coletivos de abastecimento de água foi identificada a realização de coleta e amostras para análise da qualidade da água distribuída.
Ausência de proteção em unidades dos sistemas coletivos de abastecimento de água	Identificou-se que apenas alguns dos poços e reservatórios visitados possuem cercamento e proteção do local onde se encontram, estando o reservatório de Monjolinho sobre uma área de erosão e com risco de desabamento.
Ausência de rotina de manutenção preventiva das estruturas sob responsabilidade da Prefeitura	Não foi identificada a realização de manutenções preventivas das unidades do sistema, não havendo uma frequência definida para limpeza das áreas onde elas se encontram.
Existência de rede antiga	Segundo a Copasa, existem trechos do abastecimento de água que necessitam de substituição. É possível, inclusive, que as substituições na rede diminuam o índice de perda de água no sistema.
Desperdício de água	Foi relatado que nos locais onde não há medição do consumo de água há um grande desperdício de água, a exemplo das áreas rurais.
Ausência de uniformidade do apoio da prefeitura às associações comunitárias	A Prefeitura não presta nenhum tipo de apoio às associações, que se responsabilizam por todas as despesas do sistema.
Insatisfação com o valor da tarifa de água cobrada pela Copasa	A maioria dos usuários não considera forma de cobrança justa, conforme o valor mínimo de consumo. Ressalta-se que em diversos sistemas foi relatada a insatisfação da comunidade com a metodologia de cobrança realizada.

Fragilidades	Descrição
Desconhecimento do número de grandes consumidores	Ressalta-se a ausência de identificação do número de grandes consumidores dos sistemas existentes (especialmente os criadores de animais de grande porte), uma vez que estes também podem estar comprometendo o abastecimento para consumo humano.
Ausência de testes de bombeamento dos poços	Há desconhecimento dos testes de bombeamento realizados nos poços, a fim de identificar o tempo de rebaixamento e recuperação do nível d'água. Desta forma, a operação da forma atual pode comprometer o uso dos poços futuramente.
Estação de Tratamento de Água	A ETA opera acima da capacidade nominal, por isso é necessário reforçar que serão necessárias obras de ampliação da estrutura para continuar a atender a demanda, uma vez que a estação encontra-se em operação com capacidade máxima de tratamento.
Descarte incorreto do lodo da ETA	Atualmente o lodo de descarte dos decantadores segue, sem qualquer tipo de tratamento, para o curso d'água próximo da ETA.
Melhorar as instalações da ETA de alvenaria	A estação foi projetada para valores de baixa turbidez, e em dias de chuvas, onde a turbidez se eleva consideravelmente, há um gasto muito grande de água para a lavagem dos filtros e um esforço muito grande para a manutenção dos padrões de potabilidade.
Planos Diretor de Abastecimento de Água e Plano de Segurança da Água	É necessário idealizar o Plano Diretor de Abastecimento de Água e o Plano de Segurança da Água, uma vez que estes documentos são imprescindíveis para o planejamento das ações voltadas para o abastecimento de água.

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2021

Tabela 63 – Potencialidades do sistema de água no município de Caxambu

Potencialidades	Descrição
Reservatórios e elevatórias	A maioria dos reservatórios e elevatórias estão bem conservados e estruturados, por isso é possível que a distribuição de água siga sem intermitências e problemas de manutenção.
Existência de sistemas coletivos na zona rural	Monjolinho e Laranjeira são dois bairros rurais que, se tratados adequadamente com o cuidado com a água, podem suprir, com a segurança hídrica necessária, toda a população do local.
Hidrometração e tratamento de água na área rural	A areal rural consome água sem qualquer tipo de pagamento ou tratamento, normalmente retirada de nascentes, sem qualquer controle de qualidade ou quantidade. A hidrometração ajudaria no processo de conscientização dessa parte da população.
Educação ambiental e informações sobre a tarifa social para a população	A Copasa e a Prefeitura Municipal podem realizar ações de educação ambiental para conscientizar a população sobre o consumo de água, além de esclarecer dúvidas a respeito da tarifa social, uma vez que muitas famílias não conhecem esse benefício.
Satisfação com o serviço da Copasa	O serviço de abastecimento de água oferecido pela Copasa é, em geral, satisfatório em relação à quantidade e qualidade de água distribuída para a população.

Fonte: Projeto SanBas/UFMG, 2021

5. SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O acesso ao esgotamento sanitário, assim como a água para consumo humano, é considerado um Direito Humano Fundamental estabelecido pela ONU no ano de 2010 (ONU, 2010b). A universalização do acesso ao esgotamento sanitário, além de fundamental para a privacidade e a dignidade humana é um dos principais mecanismos de proteção à qualidade dos recursos hídricos (ONU, 2002). Para garantir o acesso ao esgotamento sanitário adequado é preciso atender aos critérios de disponibilidade, qualidade, acessibilidade física, acessibilidade financeira e aceitabilidade (ONU, 2009, p. 23 a 25):

> Disponibilidade: Deve haver um número suficiente de instalações sanitárias (com serviços associados) dentro, ou nas imediações, de cada domicílio, instituição de saúde ou instituição de ensino, instituições e lugares, e no local de trabalho. Deve haver um número suficiente de instalações de saneamento para garantir que os tempos de espera não sejam excessivamente longos. Embora seja tentador determinar um número mínimo específico de banheiros necessários para atender ao requisito de disponibilidade, tais determinações podem ser contraproducentes em termos de direitos humanos. É crucial que a avaliação das necessidades de saneamento de qualquer comunidade seja informada pelo contexto, bem como as características de grupos específicos que podem ter diferentes necessidades de saneamento. A esse respeito, a participação é um aspecto vital do cumprimento das obrigações de direitos humanos relacionados ao esgotamento sanitário [...]
>
> Qualidade: As instalações de saneamento devem ser higienicamente seguras de usar, o que significa que elas devem efetivamente prevenir o contato de humanos, animais e insetos com excrementos humanos. As instalações de saneamento devem garantir ainda mais o acesso à água segura para a lavagem das mãos, bem como a higiene menstrual e a limpeza anal e genital, bem como mecanismos para a eliminação higiênica dos produtos menstruais. Limpeza regular, esvaziamento de poços ou outros locais que coletam excrementos humanos e manutenção são essenciais para garantir a sustentabilidade das instalações de esgotamento sanitário e acesso contínuo. As instalações de saneamento também devem ser tecnicamente seguras de usar, o que significa que a superestrutura é estável e o piso é projetado de forma a reduzir o risco de acidentes (por exemplo, escorregamento). As pessoas devem estar habilitadas para usá-las com segurança à noite, seja por caminhos iluminados, lanternas ou outras medidas. Além disso, atenção especial deve ser dada às necessidades de segurança das pessoas com deficiência, bem como às necessidades de segurança das crianças. A manutenção é crucial para garantir a segurança técnica. Garantir o esgotamento sanitário seguro requer uma promoção de higiene adequada e educação para encorajar os indivíduos a usar banheiros de uma maneira higiênica que respeite a segurança dos outros. O esvaziamento manual de latrinas é considerado inseguro (bem como culturalmente inaceitável em muitos lugares, levando à estigmatização daqueles que estão sobrecarregados com esta tarefa), significando que devem ser usadas alternativas mecanizadas que efetivamente impeçam o contato direto com excrementos humanos.
>
> Acessibilidade física: As instalações sanitárias devem ser fisicamente acessíveis para todos dentro ou nas imediações de cada domicílio, instituição de saúde ou instituição de ensino, instituições e lugares públicos e local de trabalho. A acessibilidade física deve ser confiável, incluindo o acesso em todos os momentos do dia e da noite. A localização das instalações de saneamento deve garantir riscos mínimos para a segurança física dos usuários. Isso tem implicações particulares para o caminho que conduz à instalação, que deve ser seguro e conveniente para todos os

> usuários, incluindo pessoas idosas e pessoas com deficiências, e deve ser mantido nesse estado. Além disso, as instalações de saneamento devem ser construídas de uma forma que minimize o risco de ataque de animais ou pessoas, particularmente para mulheres e crianças. As instalações sanitárias devem ser projetadas de modo a permitir que todos os usuários as acessem fisicamente, incluindo, especialmente, aquelas com necessidades especiais de acesso, tais como crianças, pessoas com deficiências, idosos, gestantes, pais acompanhantes, doentes crônicos e aqueles acompanhando-os. Considerar as necessidades desses grupos teria implicações para o tamanho da entrada, o espaço interior, corrimãos ou outros mecanismos de apoio, a posição de defecação, além de outros aspectos.
>
> Acessibilidade financeira: O acesso a instalações e serviços de esgotamento sanitário, incluindo construção, esvaziamento e manutenção de instalações, assim como tratamento e eliminação de matéria fecal, deve estar disponível a um preço acessível para todas as pessoas sem limitar sua capacidade de adquirir outros bens e serviços básicos, incluindo água, comida, moradia, saúde e educação garantidas por outros direitos humanos. Desconexões de água resultantes de uma incapacidade de pagar também afetam o esgotamento sanitário, e isso deve ser levado em consideração antes de desconectar o fornecimento de água. Vários sistemas e estruturas podem ser implementados para garantir acessibilidade, incluindo medidas de apoio ao rendimento, e medidas que visam reduzir o custo dos serviços de esgotamento sanitário. Uma opção pode ser esquemas de subsídio para garantir acessibilidade [...]
>
> Aceitabilidade: As instalações e serviços de saneamento devem ser culturalmente aceitáveis. O saneamento pessoal ainda é uma questão altamente sensível em todas as regiões e culturas, e diferentes perspectivas sobre quais soluções de saneamento são aceitáveis devem ser levadas em conta em relação ao *design*, posicionamento e condições para o uso de instalações de saneamento. Em muitas culturas, para ser aceitável, a construção de banheiros precisará garantir a privacidade. Na maioria das culturas, a aceitabilidade exigirá instalações separadas para mulheres e homens em lugares públicos e para meninas e meninos nas escolas. Os banheiros femininos precisam atender às necessidades de menstruação. As instalações terão que permitir práticas de higiene culturalmente aceitáveis, como lavar as mãos e limpeza anal e genital.

Considerando o arcabouço legal advindo do reconhecimento do acesso ao esgotamento sanitário enquanto direito humano e o arcabouço legal e institucional do país, será explanado nos próximos tópicos a situação atual do acesso ao esgotamento sanitário no município de Caxambu. Desse modo, será apresentada a caracterização do sistema de esgotamento sanitário (SES), por meio da descrição do modelo de prestação de serviços, das condições das infraestruturas, dos dados operacionais e do manejo do esgoto sanitário.

O presente tópico é um levantamento situacional dos serviços de esgotamento sanitário na zona urbana e rural de Caxambu. Para realização da etapa de diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Caxambu, no que se refere ao componente esgotamento sanitário, foram realizados levantamentos de dados primários e secundários que mostram a situação de acesso aos serviços de esgotamento sanitário no município. O detalhamento da prestação dos serviços de esgotamento sanitário, conforme sua abrangência

na área rural e urbana, gestão, equipamentos, funcionamento, dentre outros; é tema dos subtópicos abaixo.

5.1. Estruturação organizacional responsável pelos serviços de esgotamento sanitário

De acordo com a Constituição Federal de 1988, Art. 30, inciso V, o município é o responsável por "organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local" (BRASIL, 1988). Em caso de concessão, a Lei Federal nº 8.987/1995, estabelece em seu Art. 29, inciso I, que é responsabilidade do município "regulamentar o serviço concedido e fiscalizar permanentemente a sua prestação".

Conforme já descrito no item 4.1, o Poder Executivo Municipal de Caxambu concedeu a prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário à Copasa/MG no prazo de trinta anos, a partir do dia 01 de junho de 1984. No entanto, tal contrato venceu em 01 de junho de 2014, não tendo havido qualquer termo aditivo. Dessa forma, atualmente a prestação dos serviços de esgotamento sanitário na sede municipal de Caxambu ocorre sem contrato administrativo.

5.1.1. Gestão do serviço de esgotamento sanitário

Sobre o exercício da titularidade municipal, no que se refere à gestão dos serviços de abastecimento de água, destaca-se que o município tem exercido a função de planejamento atuando na elaboração do presente PMSB. A função de prestação dos serviços de esgotamento sanitário na sede municipal foi concedida à Copasa, por meio de contrato de concessão. A regulação é realizada pela Arsae-MG. Destaca-se que é preciso institucionalizar o controle e a participação social e avançar neste sentido. Neste contexto, ainda que se observem gargalos no tocante ao esgotamento sanitário, parte dos normativos estabelecidos pela Lei Federal nº 11.445/2007 e seu respectivo decreto regulamentador Decreto Federal nº 7.217/2010 (BRASIL, 2007; 2010), está sendo cumprida no tocante ao esgotamento sanitário no município.

5.1.2. Regulação do serviço de esgotamento sanitário

Conforme discutido em maior profundidade no item 3.4 - Existência de avaliação dos serviços prestados, a Arsae-MG desempenha as atividades de regulação dos serviços de esgotamento sanitário no município de Caxambu.

Cabe destacar que a Resolução Arsae 131/2019, no Art. 20 diz: "Toda edificação permanente urbana deve ser conectada às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponíveis, ressalvadas as disposições em contrário das normas do titular, da entidade de regulação e de meio ambiente". Isso implica que todo imóvel que possui rede coletora de esgoto, mas não está conectada à rede, poderá sofrer cobranças pelo serviço ofertado pela Copasa, que cobrará taxa fixa de esgoto. As cobranças iniciarão em junho de 2021, uma vez que até o momento os leituristas estão realizando o levantamento dos imóveis que estão irregulares para comunicar à Prefeitura, e esta se comunique com o órgão ambiental competente.

Além disso, os responsáveis pelos imóveis já estão sendo notificados da cobrança e a Copasa já comunicou ao Ministério Público de Minas Gerais, ao prefeito e ao presidente da Câmara Municipal de Caxambu, a fim de avisar da ação da cobrança.

5.1.3. Prestação do serviço de esgotamento sanitário

Como mencionado neste documento, a população residente na sede municipal de Caxambu é atendida pela Copasa. Nas comunidades rurais do município, as soluções de esgotamento sanitário são alternativas individuais, em que não foram identificadas formas específicas de organização da prestação.

5.1.4. Controle social

Em relação à Copasa, a companhia possui canal de relacionamento[23] que compreende em agência de atendimento virtual, aplicativo Copasa Digital, atendimento pelo telefone por meio do número 115, além do “Fale Conosco” realizando o preenchimento do “Formulário para registro de solicitação/reclamação/elogio/denúncia”. Ao preencher o formulário será fornecido o número de protocolo e solicitado que o usuário cadastre uma senha para acesso à

[23]Acesso pelo endereço eletrônico: http://copasa.com.br/wps/portal/internet/perfil/relacionamento

resposta da solicitação *online*. Por fim, a Copasa possui a Ouvidoria, canal recursal e que poderá ser acionada quando esgotadas as possibilidades de atendimento ou solução por outros canais de relacionamento da Copasa, além do escritório localizado no endereço Rua Sete de Setembro, 16, Centro.

5.2. Análise crítica do plano diretor de esgotamento sanitário

O município de Caxambu não possui Plano Diretor de Esgotamento Sanitário. Tal Plano poderia auxiliar nas ações de planejamento, especialmente, do sistema de esgotamento sanitário da sede e do distrito. Cabe destacar a necessidade de inclusão da área rural nas ações e planejamento, a fim de universalizar os serviços de saneamento, conforme prevê a Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007).

5.3. Descrição geral dos serviços de esgotamento sanitário

A caracterização do atendimento e do déficit de acesso ao esgotamento sanitário é relevante para compreender o panorama de acesso ao esgotamento sanitário do município, assim como para realizar o planejamento de políticas públicas. A definição de déficit e atendimento adequado, apresentado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), à luz da perspectiva de direitos humanos contido no PNSR (2019) é apresentada na Tabela 64.

Tabela 64 – Caracterização do atendimento e déficit de acesso ao abastecimento de água

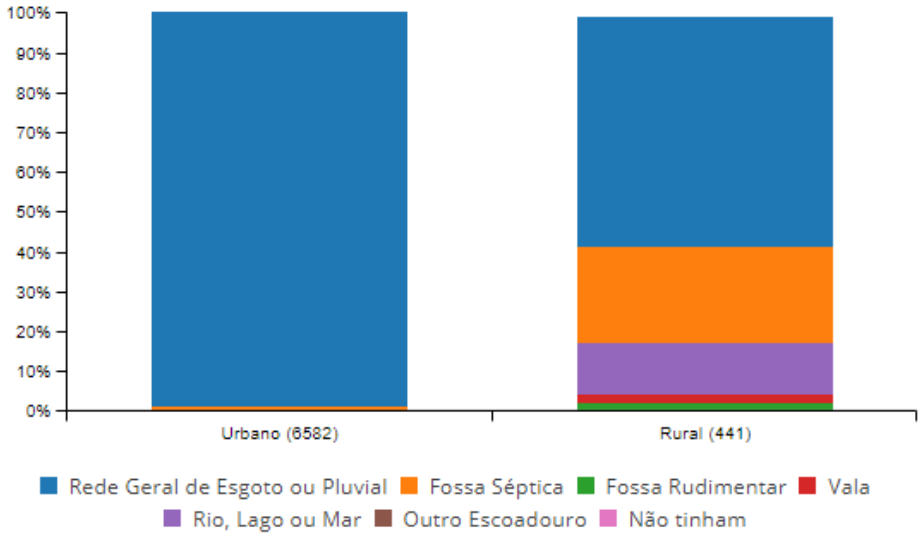
Componente	Atendimento adequado	Déficit	
		Atendimento precário	Sem atendimento
Esgotamento Sanitário	Representado pela população que: - Possui coleta domiciliar de esgotos, seguida de tratamento (1); - Possui fossa séptica; - Possui fossa seca, nos casos de indisponibilidade hídrica.	Representado pela população que: – Possui coleta de esgotos, não seguida de tratamento; – Possui fossa rudimentar.	Todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas (2).

(1) As bases de informações do IBGE, no entanto, adotam a categoria "rede geral de esgoto ou pluvial".
(2) A exemplo de: ausência de banheiro ou sanitário; coleta de água em cursos de água ou poços a longa distância; fossas rudimentares; lançamento direto de esgoto em valas, rio, lago, mar ou outra forma, pela unidade domiciliar; ausência de coleta, com resíduos queimados ou enterrados, jogados em terreno baldio, logradouro, rio, lago ou mar ou outro destino pela unidade domiciliar.

Fonte: MDR - Plansab, 2019; PSBR, 2019

A descrição geral da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário por situação do domicílio, segundo o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010) pode ser visualizada na Figura 63.

Figura 63 – Cobertura do serviço de esgotamento sanitário



Fonte: Censo IBGE/Rural – PNSR, 2010

A partir da análise da Figura 63 é possível identificar que, na área urbana, 99% dos domicílios estão conectados à rede geral de esgoto e 1% em fossa séptica, enquanto na área rural 58% estão conectados à rede geral de esgoto, 24% em fossa séptica 13% lançam diretamente em rio ou córrego e 4% em vala ou fossa rudimentar.

O Censo Demográfico do IBGE é realizado a partir da classificação do território em setores urbanos e rurais, que variam de 1 a 8, sendo os códigos 1 e 2 urbanos, e os demais rurais. O Programa de Saneamento Brasil Rural fez um estudo sobre essa distribuição de setores censitários e identificou que setores censitários de densidade demográfica menor que 650 habitantes por km² e contíguos a outros setores censitários rurais também são reconhecidos como setores rurais, isto é, o Programa definiu alguns setores antes classificados como códigos 1 e 2 pelo IBGE como setores de situação rural. Esse estudo resultou em um aumento da população rural brasileira.

No caso específico de Caxambu isso resultou em um aumento da população rural com acesso à rede de esgoto, informada pelo gráfico. Esta situação é identificada em campo, porque alguns setores contíguos à área rural são classificados pelo município como setores urbanos e

estes têm acesso ao esgotamento sanitário, como é o caso dos bairros Campo do Meio, Saré e Umuarama.

5.3.1. Descrição dos serviços de esgotamento sanitário na área urbana

Em Caxambu, os serviços públicos de esgotamento sanitário são prestados pela Copasa, sendo modelo de sociedade de economia mista. A Companhia atua com contrato de concessão vencido em 2014, mas continua a exercer sua função de coletar e tratar o esgoto doméstico em todo o sistema da área urbana. Na Tabela 65 constam algumas informações sobre o sistema.

Tabela 65 – Informações gerais sobre a rede coletora de esgotos

Rede Coletora	**PVC**	**Cerâmica (manilha)**	**Concreto**	**Defofo**
Início da operação	2002	2002	2002	2002
Maior diâmetro (mm)	300	250	400	250
Menor diâmetro (mm)	100	100	400	250
Extensão (km)	30,5	51	3,4	7,2

Interceptor	
Extensão	12,2 m
Maior diâmetro	500 mm
Menor diâmetro	150 mm
Capacidade instalada	90 L/s
Início da operação	2002

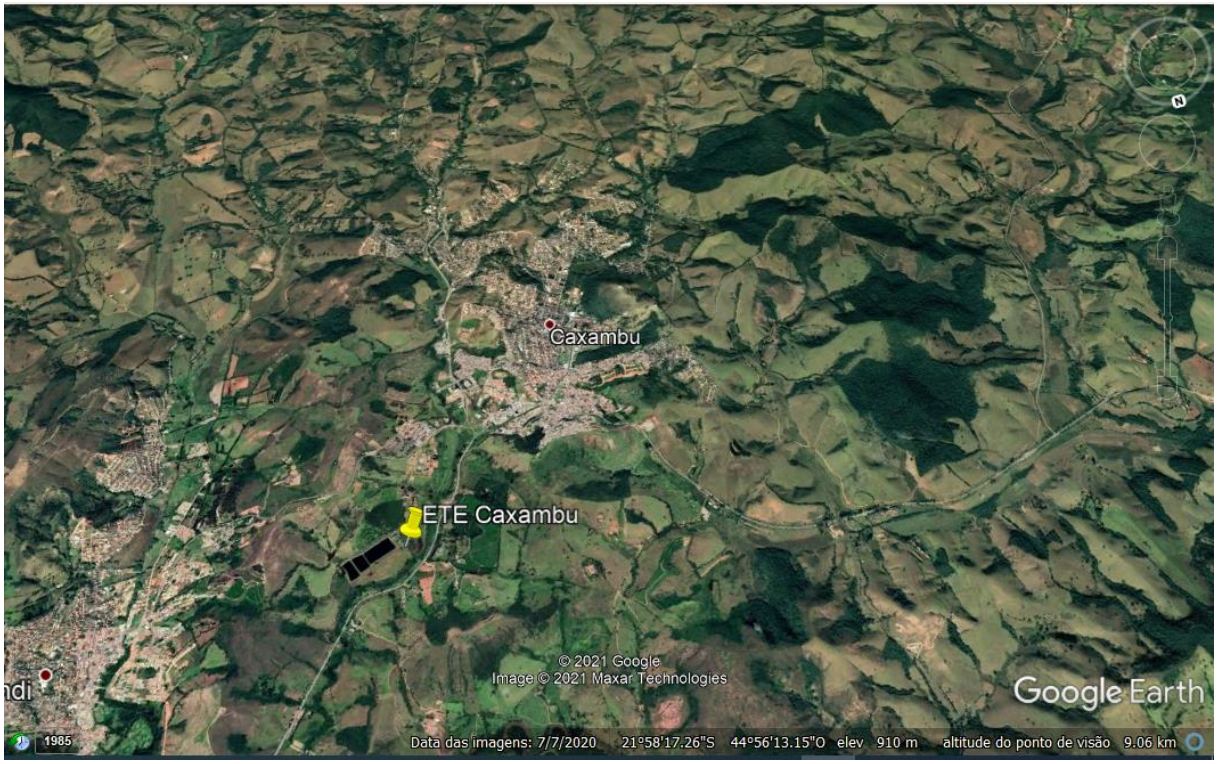
Elevatórias	
Bombas	duas em operação e uma reserva (50 cv)
Capacidade instalada	60 L/s
Tempo de funcionamento	24 h/dia
Início da operação	2002

A Copasa foi questionada sobre quais seriam as obras executadas no sistema de esgotamento sanitário para que se pudesse registrar neste diagnóstico, mas a resposta da Copasa não foi assertiva para os levantamentos questionados. Dessa forma não foi possível inferir sobre quais trechos precisam de substituição, principalmente àqueles construídos por cerâmica, e que são maioria na rede, para que se evitem rompimentos, fissuras e extravasamentos.

Estação de Tratamento de Esgotos de Caxambu

A ETE Caxambu localiza-se na Rodovia BR 267, km 3 – Fazenda Campo Limpo, cujas coordenadas são 21°57’44,70’’S e 44°54’55,24’’O (Figura 64). A Tabela 66 apresenta informações sobre a ETE Caxambu.

Figura 64 – Localização da ETE Caxambu



Fonte: Google Earth, 2020

Tabela 66 – Informações da ETE Caxambu

ETE Caxambu	Rodovia Br 267 Km 3 - Fazenda Campo Limpo - CEP: 37.440-000	
Número de habitantes atendidos	atual início de plano fim de plano	18.311 10.000 20.000
Vazão tratada	atual início de plano fim de plano	45 L/s 66,62 L/s 87,68 L/s
Eficiência na remoção da DBO	mínima máxima média	72,76% 93,86% 88,78%
Tempo de funcionamento	24 horas	
Início da operação	2002	
Corpo de água receptor	Rio João Pedro (classe 2)	

Fonte: Copasa, 2021

A estação elevatória, Figura 65, possui três bombas de 50 cv e bombeia do tratamento preliminar (gradeamento) para os desarenadores e a caixa de distribuição.

Figura 65 – Conjunto motobomba da ETE Caxambu

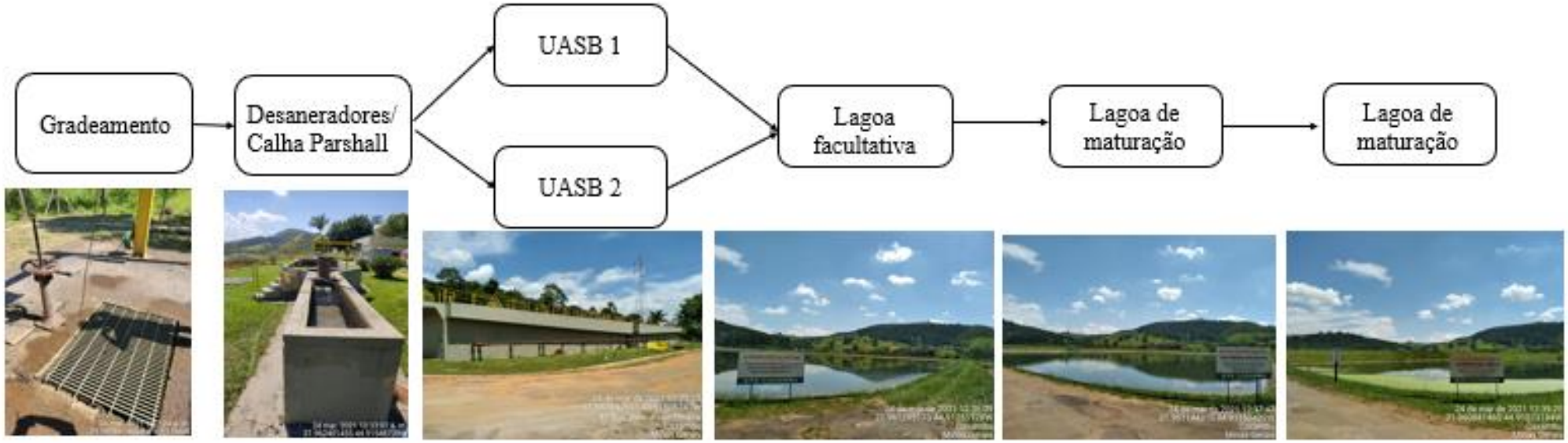
Fonte: Projeto SanBas, 2021

O sistema é composto pelas etapas de tratamento preliminar (gradeamento e desarenadores), medidor Parshall, dois reatores UASB, uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação, como demonstrados na Figura 66. A ETE Caxambu atende toda a área urbana, com exceção do Vale das Colinas, loteamento que possui fossas sépticas como solução individual. O início da operação da ETE se deu no ano de 2002 e o tratamento do esgoto acontece 24h/dia, com mais de 90% de remoção de DBO, segundo a Copasa.

A Estação de Tratamento de Esgotos de Caxambu possui licença ambiental para funcionar e a disposição dos resíduos sólidos gerados no sistema faz parte do processo de licenciamento da ETE.

A Copasa informou que mensalmente são realizadas vistorias em redes e interceptores de diversos diâmetros, em média oito vistorias por mês, principalmente às margens do Ribeirão Bengo e João Pedro. As análises laboratoriais referentes ao monitoramento da ETE, incluindo os pontos de coleta, periodicidade e parâmetros estão contidos no plano de amostragem da ETE Caxambu, inseridos no Anexo D deste Diagnóstico.

Figura 66 – Estação de tratamento de esgotos de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas, 2021

❖ Gradeamento

O gradeamento é um processo de ordem física que tem por objetivo reter os sólidos grosseiros que chegam à ETE para que os dispositivos de transporte de esgotos, como bombas e elevatórias, não sejam comprometidos (von SPERLING, 2014).

As grades da ETE Caxambu possuem espaçamento médio de 4,0 cm e são limpas uma vez ao dia, pela manhã, de forma manual pelo operador. Os sólidos retidos no gradeamento seguem para o aterro localizado na própria área da estação de tratamento de esgoto.

❖ Desarenadores e calha Parshall

Os desarenadores são utilizados para retirar a areia do processo, a partir da sedimentação do material, e evitar abrasão dos equipamentos, tubulações e tanques, além de facilitar transporte do líquido. A calha Parshall, por sua vez, tem a finalidade de medir a vazão, em função do nível do esgoto a ser tratado (von SPERLING, 2014)

Os desarenadores da ETE Caxambu são do tipo retangulares de fluxo horizontal e a limpeza é feita quinzenalmente e de forma manual. A vazão de tratamento é de 45 L/s, com capacidade para tratar 86 L/s.

Após os desarenadores existe uma caixa com carvão vegetal, que são trocados de seis em seis meses, para que se consiga reter o gás e evitar o odor (Figura 67)

Figura 67 – Caixa com carvão vegetal para evitar mau cheiro

Fonte: Projeto SanBas, 2021

❖ UASB

O UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), também conhecido como reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (RAFA) é um reator que não necessita de decantação primária. O seu funcionamento baseia-se na biomassa que cresce dispersa no meio e a concentração da biomassa no reator é bastante elevada. O líquido entra no fundo do reator, portanto é ascendente, e encontra a manta de lodo, o que causa a adsorção de grande parte da matéria orgânica pela biomassa. Como resultado do processo anaeróbio, há formação de gases que são coletados na parte superior do reator e podem ser queimados (von SPERLING, 2014).

Na ETE Caxambu existem dois reatores UASB mas atualmente somente um está em funcionamento devido à vazão de atendimento. A ETA foi projetada para atender Caxambu e Baependi, mas atualmente este último município ainda não trata os esgotos na unidade.

❖ Lagoa facultativa

A lagoa facultativa é a mais simples dentre as lagoas de estabilização. Depende exclusivamente de fenômenos naturais. Parte da matéria orgânica em suspensão tende a sedimentar e formar o lodo de fundo, que sofre processo de decomposição por microrganismos anaeróbios. Por sua vez, a matéria orgânica dissolvida permanece dispersa na

massa líquida e sua decomposição se dá a partir de bactérias facultativas, ou seja, que podem sobreviver em áreas com ou sem oxigênio (von SPERLING, 2017).

A lagoa facultativa, no sistema da ETE Caxambu, é tida como tratamento secundário porque recebe efluente do UASB. Até março de 2021 as dimensões da lagoa não foram repassadas para a Equipe UFMG/Projeto SanBas.

❖ Lagoas de maturação

As lagoas de maturação possibilitam o polimento dos sistemas de tratamento de esgotos. O principal objetivo é a remoção dos patógenos e consistem em uma alternativa bastante econômica à desinfecção do efluente. A lagoa de maturação é dimensionada com pequenas profundidades, com menos de 1,0m, para que a radiação solar possa atuar no sistema (von SPERLING, 2017).

Na ETE Caxambu a lagoa de maturação tem cerca de 0,8 m de profundidade e, segundo o prestador de serviços, foram dimensionadas duas lagoas para que se garanta a tratabilidade do efluente em nível terciário caso uma das lagoas precise parar de funcionar para manutenção ou limpeza.

❖ Leitos de secagem

Os subprodutos geralmente gerados na estação de esgoto são sólidos grosseiros, areia, escuma e lodos. No caso da ETE Caxambu existem doze leitos de secagem natural, como pode ser observado na Figura 68. A escuma e o lodo do UASB são retirados mensalmente, cerca de 14 toneladas, e a cada três meses são realizadas análises para verificar a quantidade de sólidos nos reatores.

Esta etapa é importante porque cerca de 95% do lodo gerado é composto de água, por isso, antes de dispensá-lo em local adequado, é necessário desaguá-lo. Geralmente todos os processos biológicos geram lodo, que precisa ser removido do sistema para que não prejudique o tratamento (von SPERLING, 2017).

Figura 68 – Leitos de secagem da ETE Caxambu

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Os leitos de secagem são compostos por “fundos falsos”, onde a água percolada se desloca para a elevatória e é novamente bombeada para o tratamento. Por usa vez, o lodo seco é enterrado em aterro próprio localizado na área da ETE Caxambu, como pode ser visualizado na Figura 69.

Figura 69 – Aterro para disposição do lodo seco

Fonte: Projeto SanBas, 2021

O Plano de Amostragem da ETE Caxambu é apresentado no Anexo D. A respeito do Plano de gerenciamento de resíduos sólidos, a Copasa informou que é utilizado o Padrão Operacional 014/1 – Aterro sanitário de resíduos sólidos e também geradas as Declarações de Movimentação de Resíduos (DMR), que são protocoladas na SUPRAM.

A ETE Caxambu atende cerca de 88% da população, com previsão de 95% de atendimento até o final do plano. Cabe ressaltar, segundo um Agente de Saúde que acompanhou a Equipe UFMG/Projeto Sanbas e a Auxiliar Técnica durante a visita no município, que no bairro Campo do Meio existem populações aglomeradas, que são atendidas pela Copasa com coleta e tratamento de esgoto, e populações dispersas, que não possuem sistemas de tratamento e despejam seus esgotos em fossas rudimentares ou a céu aberto, até o córrego próximo. Esses dados podem contribuir para a porcentagem de tratamento da ETE Caxambu, que deixa de atender essa população específica.

Além destes relatos, existem cerca de quatro domicílios no Bairro Bosque que possuem um sistema condominial de coleta de esgotos conectados na rede coletora do bairro. Porém, um funcionário da Companhia explicou que o proprietário do primeiro domicílio junto ao

logradouro interrompeu a passagem dos esgotos dos lotes anteriores a cerca de dois anos. Não havendo alternativa para acesso à rede coletora, o esgoto bruto dessas residências tem sido lançado na encosta, num ponto a cerca de 100 m do Lago do Parque das Águas.

Soluções individuais na sede urbana e lançamentos inadequados

Verificou-se que há um bairro, Vale das Colinas, em que as residências não estão conectadas à rede coletora de esgoto e, em seu loteamento, cerca de 60 casas possuem fossas em que não foi possível obter informações para garantir a sua adequação. Em entrevista com um morador do local, este relatou que, para as novas casas, é obrigatória a inserção de rede coletora de esgotos, além da construção da fossa séptica. Existe, em tramitação na Justiça, um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) para que a situação seja regularizada e todas as casas sejam atendidas pela Copasa. Na Figura 70 é possível observar, a partir do Jardim das Nações, o fundo das casas e a sua proximidade com o rio.

Figura 70 – Casas no Vale das Colinas, que possuem fossas sépticas

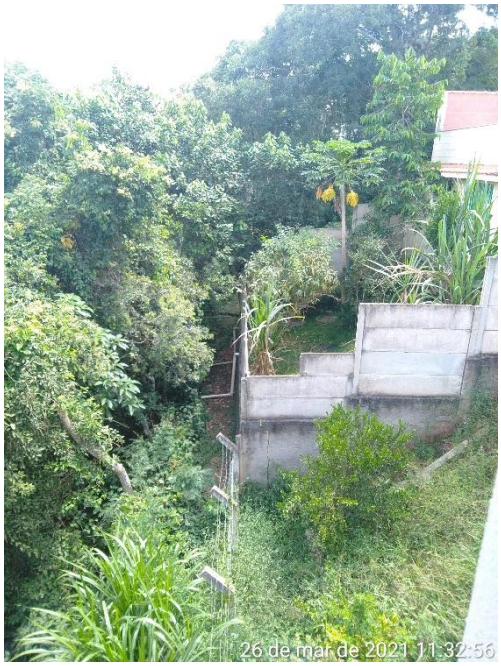
*a linha tracejada amarela mostra o curso do rio

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Existem ainda residências atendidas pela Copasa mas que lançam os esgotos gerados pelo nível inferior do domicílio, que estão abaixo da cota da rua, em córregos próximos ou em

fossas rudimentares/ sépticas. Na Figura 71 é possível observar um destes casos, no bairro Vista Alegre.

Figura 71 – Vista de estrutura de esgotamento sanitário no quintal de um domicílio, no bairro Vista Alegre



Fonte: Projeto SanBas, 2021

Há ainda outros locais onde as residências estão situadas abaixo do nível da rua, como é o caso da Figura 72. De acordo com a Prefeitura, a solução de esgotamento sanitário de algumas destas residências é dada por fossa, enquanto outras lançam a céu aberto, que escoa superficialmente no talude da imagem. Ainda conforme a Prefeitura, no Bairro Padre Leo, à jusante do relevo da imagem, há um interceptor de esgotos sanitários em operação, o qual poderia ser utilizado para transporte dos esgotos das referidas residências

Figura 72 – Residências com lançamento fora da rede coletora de esgotos

*A linha tracejada em amarelo indica as residências situadas abaixo da cota da rua.

Fonte: Projeto SanBas, 2021

No Bairro São Cristóvão, entre o Bosque e a Cascatinha, cerca de 15 casas lançam esgoto a céu aberto, como pode ser visto na Figura 73. Esse processo acontece há mais de dois anos e não há diálogo com a Prefeitura para solucionar o problema, segundo informou o próprio morador do local. Segundo informações da Copasa, a localidade pertence à área rural e a prestadora de serviços não acesso à concessão para operar a área.

Figura 73 – Lançamento de esgoto bruto no curso d'água, no bairro Bosque, área conhecida como São Cristóvão

Fonte: Projeto SanBas, 2021

5.3.2. Descrição dos serviços de esgotamento sanitário na área rural

Como já mencionado, 42% das famílias rurais não possuem rede coletora de esgotos, e a maioria delas possuem fossas ou descartam o esgoto a céu aberto. Os bairros não atendidos pela rede coletora são Olho d'Água, Mombaça, Morro Cavado, Laranjeiras, Fazenda Gloria, Joia, Volta Grande, Morro Queimado, Sítio Santa Rita e o Mosteiro. À montante do bairro Bosque, no bairro rural Cascatinha, os esgotos domésticos são lançados diretamente em um pequeno curso d'água que deságua no Ribeirão Bengo. Os 58% da população que possuem rede coletora não recebem tratamento adequado do esgoto coletado, sendo descartado em córregos próximos, a destacar as comunidades do Monjolinho e da Laranjeiras que possuem sistemas condominiais para a coleta. A Tabela 67 reúne os relatos dos moradores entrevistados a respeito do esgotamento sanitário na área rural. É necessário ressaltar que, no bairro Campo do Meio, cerca de dez casas possuem fossa rudimentares e o restante do bairro é atendido por redes coletoras de esgotos. No mesmo bairro existem sítios dispersos que lançam esgoto a céu aberto.

Tabela 67 – Caracterização do esgotamento sanitário na área rural segundo percepção dos moradores

Setor 1	Mombaça,	* Esgoto descartado diretamente no córrego Mombaça * Casas distantes uma da outra, o entrevistado implementou uma solução individual: o TEVap
	Laranjeiras	* Sistema condominial com cinco casas * Esgoto é liberado no Rio João Pedro * Houve proposta de fazer um sistema de tratamento há mais de vinte anos, no qual a manutenção seria por conta da Copasa e todos dividiriam o valor
Setor 3	Campo do Meio, Saré	* Cerca de dez casas não contam com coleta de esgoto e possuem fossa rudimentar * O restante do bairro possui atendimento de rede coletora e de tratamento * Os locais mais afastados (sítios no bairro) lançam esgoto a céu aberto
Setor 8	Volta Grande, Morro Queimado	* Todos os moradores utilizam fossa rudimentar, sem manutenção * Alguns locais utilizam fossa-filtro-sumidouro em formato econômico (barril de 200L)
Setor 9	Monjolinho	* Rede coletora existente, lançamento no córrego *Copasa não estruturou para levar esgoto até a ETE *Sistema condominial * Uma parte lança o esgoto em um córrego que deságua no João Pedro *A maioria das casas não possui fossa séptica

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Na localidade do Mombaça o morador entrevistado construiu um Tanque de Evapotranspiração para tratar águas fecais. Segundo o entrevistado, a concepção se deu seguindo recomendações da Emater e a construção foi realizada por conta própria, uma vez que o morador entende a necessidade de tratamento do esgotamento sanitário e demonstrou interesse em repassar sua experiência para os demais vizinhos, caso seja necessária a atuação em mutirões para construções de outras unidades. Na Figura 74 é possível visualizar o TEvap já construído, mas ainda sem operar, uma vez que o morador ainda não realizou a ligação para o TEvap receber os efluentes e também não realizou o plantio das bananeiras.

Figura 74 – Tanque de Evapotranspiração construído na localidade do Mombaça

Fonte: Projeto SanBas, 2021

5.4. Verificação da existência de ligações clandestinas de águas pluviais ao sistema de esgotamento sanitário

A Copasa relatou que há trechos na cidade que não dispõem de rede de drenagem, em decorrência disso, as águas pluviais são lançadas na rede de esgotos e, em períodos chuvosos, a rede coletora trabalha com seção plena, o que favorece vazamentos e além disso a ETE Caxambu fica sobrecarregada para tratar todo o afluente. Segundo a prestadora de serviços, quando chove há um aumento significativo na vazão de tratamento da ETE, o que caracteriza os lançamentos clandestinos da rede de drenagem na rede coletora. Tal situação tem ocasionado sobrecarga ao sistema e prejudicado a eficiência do tratamento da ETE Caxambu.

5.5. Indicação das áreas de risco de contaminação e das fontes de poluição por esgotos

O levantamento e delimitação das áreas de risco visa à redução dos impactos ambientais e sanitários decorrentes da disposição final dos efluentes sem tratamento adequado. Assim, será possível a identificação de locais que são vulneráveis à contaminação por esgotos, como áreas de preservação permanente que ficam próximas aos cursos d'água e de fundos de vale, bem como regiões susceptíveis à inundação. De modo geral, tais informações auxiliarão no planejamento e ordenamento do município, especialmente, no crescimento da zona urbana.

Os espaços urbanos e rurais constituem-se uma área de risco de contaminação dos recursos hídricos e dos solos por esgotos domésticos. Para exemplificar, serão identificadas algumas localidades que apresentam tais riscos, de acordo com relatos da população e trabalho de campo executado pela Equipe UFMG/Projeto SanBas e a Auxiliar Técnica.

Os locais que despejam esgoto *in natura* são passíveis de contaminação, além daqueles ambientes em que estão instaladas fossas rudimentares. Dito isto, coloca-se a área rural e as residências instaladas abaixo da cota da rua como fontes de poluição por esgotos, a saber:

- Condomínio Vale das Colinas, local onde são instaladas cerca de 60 fossas e não há ligação da rede coletora de esgotos. Cerca de 70% destas fossas são rudimentares e o restante é séptica;

- Setor 1: Mombaça e Laranjeiras, onde moradores lançam esgoto diretamente no curso d´água;

- Setor 2: Caxambu Velho, onde há uma manilha que se rompe com frequência;

- Setor 3: Campo do Meio, onde há parte dos domicílios sem rede coletora de esgotos;

- Setor 4: Bosque, local onde o esgoto é depositado a céu aberto;

- Setor 5: Santa Rita, no local onde há entupimento de rede e vazamentos;

- Setor 6: Santa Cruz próximo à Igreja Matriz, local onde é notável o odor de esgoto;

- Setor 8: Volta Grande e Morro Queimado, utilização de fossas rudimentares que nunca passaram por manutenção;

- Setor 9: Monjolinho, esgoto local todo despejado no ribeirão.

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente, o condomínio no bairro Vale das Colinas foi implantado 1996 com área de 148.163,15 m², totalizando 95 lotes. Foi feito a princípio um condomínio rural com fins urbanísticos, para agregar a malha urbana. Atualmente existe uma ação civil pública na justiça e a denúncia foi oriunda de próprios moradores do condomínio, alegando falta de coleta de esgotamento sanitário.

Considerando a deficitária situação do esgotamento sanitário no município, principalmente na área rural, é imprescindível que estudos mais detalhados sejam elaborados para mapear as áreas de risco de contaminação.

5.6. Balanço entre geração de esgoto e capacidade dos sistemas existentes na área de planejamento

A quantidade de esgotos produzida no domicílio é calculada através da quantidade de água consumida pelos moradores. É importante considerar que parte da água consumida é incorporada ao terreno na irrigação de plantas, dessedentação de animais, dentre outros (von SPERLING, 2017). A estimativa da quantidade de esgoto gerada no domicílio é um dado importante para verificar se a vazão que chega ao tratamento é suficiente para a eficiência e efetividade do processo de tratamento. Além de conseguir mensurar se a geração de esgotos tem sido maior que a capacidade de tratamento ofertada (BRASIL, 2015).

Conforme von Sperling (2005), a parcela da quantidade de água fornecida ao domicílio que chega à rede coletora de esgotos é denominada de coeficiente de retorno (R). Os valores que são utilizados nas estimativas do coeficiente de retorno variam de 60% a 100%, sendo usualmente adotado o valor de 80% (R = 0,8). Cabe destacar que a ocorrência de ligações clandestinas de esgotos à rede pluvial interfere na quantidade de esgotos que chega até a ETE.

O balanço do tratamento dos esgotos é calculado considerando-se a vazão total de esgoto coletado e a capacidade instalada da ETE. A vazão total de esgoto é dada pelo somatório da vazão de contribuição média de esgotos ($Qd_{méd}$) e da vazão de infiltração.

Para se calcular a vazão doméstica média de esgotos, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q_{d_{méd}} = \frac{Pop \times QPC \times R}{86400}$$

onde:

$Q_{d_{méd}}$ = vazão de contribuição média de esgotos domésticos (L/s)

QPC = quota *per capita* de água (L/hab/d)

R = coeficiente de retorno de esgoto/água

A variável "vazão de infiltração" deve ser considerada no cálculo, pois pode ocorrer de adentrar água no sistema através de tubos defeituosos, conexões, juntas ou paredes de poços de visita, sendo que a quantidade de água infiltrada dependerá de fatores como extensão da rede coletora, diâmetro das tubulações, área servida, tipo de solo, profundidade do lençol freático, topografia e densidade populacional (VON SPERLING, 2017). Para calcular a vazão de infiltração, usualmente é utilizada a seguinte equação:

$$Q_{infiltração} = \text{taxa de infiltração (L/s/km)} \times \text{extensão da rede (km)}$$

Para fins desse PMSB, adotou-se como taxa de infiltração os valores usuais apresentados por Crespo (1997 *apud* VON SPERLING, 2017), correspondente a 0,5 L/s/km. Ainda segundo von Sperling (2017), na ausência de dados sobre a extensão de rede, pode-se estimar a mesma, sendo usualmente adotado para localidades menores, onde a densidade populacional é menor, valores em torno de 0,0025 a 0,0035 km de rede por habitante.

Com base no exposto, o balanço foi feito para o sistema coletivo atualmente implantado na área urbana do município de Caxambu – relativo à coleta de esgotos tratados pela ETE Caxambu.

5.7. Balanço para a estação de tratamento de esgoto da ETE Caxambu

Para cálculo das contribuições ao sistema de esgotamento sanitário da área urbana de Caxambu, considerou-se como população atualmente atendida o total de 18.311 habitantes. Como a Copasa informou à equipe da UFMG/Projeto SanBas e à Auxiliar técnica, a ETE Caxambu atende 88,33% da população da área de abrangência e opera com vazão de 45 L/s, então esse cálculo visou verificar se a população atendida tem contribuído com vazão maior que a vazão de projeto da ETE.

Em relação à quota *per capita* de água (L/hab.d), considerou-se o consumo de 136,1 L/hab.dia, segundo lançadas no SNIS (SNIS, 2018). Já o coeficiente de retorno adotado foi 0,8, usualmente utilizado na literatura, conforme mostrado anteriormente.

A partir desses dados, procedeu-se ao cálculo da vazão média de esgotos, conforme segue.

$$Q_{d_{méd\ (população\ atual\ atendida)}} = \frac{18311 \times 136{,}1 \times 0{,}8}{86400} = 23{,}07\ L/s$$

Para o cálculo da vazão de infiltração a ser considerada na equação da vazão total de esgotos, considerou-se a extensão de rede repassada pela Copasa, correspondente a 92 km, sob confirmação da própria prestadora de serviços. Assim, a vazão de infiltração é calculada em:

$$Q_{infiltração} = \text{taxa de infiltração (L/s/km)} \times \text{extensão da rede (km)}$$

$$Q_{infiltração} = 0{,}5\ \text{L/s/km x } 92\ \text{km} = 46\ \text{L/s}$$

A partir dos dados de vazão média e vazão de infiltração calculados até aqui, é possível calcular a vazão total afluente à estação de tratamento de esgotos, ETE Caxambu, conforme se segue:

$$Q_{total\ afluente} = Q_{dméd} + Q_{infiltração}$$

$$Q_{total\ afluente} = 23{,}06\ \text{L/s} + 46\ \text{L/s}$$

$$Q_{total\ afluente} = 69{,}96\ \text{L/s}$$

Para o início de plano estava previsto o tratamento de 66,62 L/s, e para o final do plano, 87,68 L/s. Nota-se que a vazão total afluente se encontra dentro do intervalo de tratamento informado pela Copasa para início e final de plano, mas está acima da capacidade informada de tratamento atual, valor que corresponde a 45 L/s.

Ressalta-se que os cálculos aqui apresentados se referem apenas à análise da capacidade atual dos sistemas, sendo as demandas futuras calculadas no Produto D deste PMSB, quando serão estimadas as demandas dos sistemas para um horizonte de planejamento de 20 anos (2021 a 2040).

5.7.1. Descrição dos serviços de esgotamento sanitário na área rural

- Área Rural

O balanço do tratamento dos esgotos é calculado considerando-se a vazão total de esgoto coletado e a capacidade instalada da ETE. Em razão da inexistência de coleta e tratamento de esgotos na área rural não há como avaliar a capacidade do sistema. Todavia, pode-se mensurar a geração de esgotos por meio do cálculo da carga orgânica produzida no município. O sistema de tratamento de esgotos coletivo é indicado em comunidades que possuem maior adensamento populacional.

Os esgotos domésticos produzidos pelos domicílios causam malefícios à saúde humana em razão da presença de microrganismos patogênicos. O lançamento em grande concentração de matéria orgânica nas águas altera a dinâmica nos corpos d'água por meio da redução da concentração de oxigênio dissolvido na água pelo consumo das bactérias decompositoras de matéria orgânica. Para estimar a concentração de matéria e consequente nível de poluição do ambiente, no qual há o despejo de esgotos domésticos e industriais, são adotadas a demanda bioquímica de oxigênio - DBO e a demanda química de oxigênio - DQO (VON SPERLING, 2017).

A fim de mensurar a carga poluidora do esgoto produzido na área rural do município de Caxambu utilizou-se a população rural referente ao ano de 2010, conforme dados do IBGE (2010) e a contribuição de matéria orgânica por indivíduo, isto é, a carga *per capita*. Conforme von Sperling (2017), pode ser adotado um valor de carga *per capita* de 0,054 kg DBO/hab.d. Dessa forma, a carga orgânica gerada na área rural do município, em 2010, correspondia a:

$$\text{Carga gerada}_{\text{(área rural)}} = \text{População rural} \times \text{Carga } per\ capita$$

$$\text{Carga gerada}_{\text{(área rural)}} = 1388\ \text{hab x}\ 0{,}054 = \text{kg DBO/hab.dia} = 74{,}952\ \text{kg DBO/dia}$$

Assim, nota-se a necessidade de implementar sistemas de esgotamento sanitário ou soluções individuais a fim de que a carga gerada pela população rural seja tratada ao invés de lançada de forma inadequada no meio ambiente, ocasionando riscos à saúde da população. Ressalta-se que as demandas futuras de esgotamento sanitário serão calculadas no Produto D do PMSB, quando serão estimadas as demandas dos sistemas para um horizonte de planejamento de 20 anos (2021 a 2040).

5.8. Identificação e análise da situação econômico-financeira do serviço de esgotamento sanitário

Não foi possível realizar a análise da situação econômico-financeira do serviço de esgotamento sanitário no município de Caxambu, visto que não foram repassadas informações suficientes a equipe UFMG/Projeto SanBas até abril de 2021, conforme solicitado no Ofício n° 208/2020 enviado pela Prefeitura Municipal em 22 de abril de 2020.

5.9. Caracterização dos serviços de esgotamento sanitário segundo indicadores

Conforme o item 4.8 apresentou, os indicadores são ferramentas que auxiliam na avaliação da prestação de serviços, ao apresentar informações econômico-financeiras, operacionais, e de qualidade sobre o sistema adotado no município, de maneira a favorecer a tomada de decisões com relação a ações de adequação e melhoria dos serviços públicos de saneamento básico. Em relação ao esgotamento sanitário, os indicadores abaixo foram selecionados por serem representativos da prestação de serviços, sendo possível analisá-los em relação à oferta e atendimento da população, à operação, à qualidade, à situação financeira e à gestão dos serviços prestados.

Os indicadores foram selecionados a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, e estão apresentados na Tabela 68. Para o município de Caxambu, estão apresentadas as informações dos indicadores para os anos de 2016, 2017 e 2018, com o objetivo de verificar o comportamento da prestação dos serviços no tempo.

Vale lembrar que os indicadores revelam informações relativas aos serviços prestados por meio de soluções coletivas. Isso significa que a situação sanitária da população (seja urbana ou rural) usuária de soluções individuais de esgotamento sanitário – cujos domicílios não estão conectados à rede coletora de esgotos – não pode ser verificada por tais indicadores. Faz-se necessário, portanto, que o município adote indicadores específicos para caracterizar as soluções de saneamento básico que se dão de maneira individual, bem como identificar a população com ausência de soluções de saneamento básico.

Tabela 68 – Indicadores de esgotamento sanitário de Caxambu

Prestador		**Copasa**		
Ano		**2016**	**2017**	**2018**
População (IBGE, 2010)	Total (hab.)	22.219	22.208	21.703
	Urbana (hab.)	21.755	21.745	21.250
Atendimento da população				
ES026 – População urbana atendida com esgotamento sanitário Valor da população urbana beneficiada com esgotamento sanitário pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços. Cabe ressaltar que, apesar do nome, esse indicador é calculado com base na população urbana cujos domicílios estão conectados à rede coletora de esgotos.		18.717	18.524	18.437
Sistema de coleta e tratamento de esgotos				
IN015_AE – Índice de coleta de esgoto Refere-se ao volume de esgotos coletado com relação ao volume de esgotos gerado no município. Cabe mencionar que o volume de esgotos gerado no município, para fins de cálculo desse indicador, é aproximadamente igual ao volume de água efetivamente consumido nos domicílios conectados à rede de abastecimento. O valor desse índice varia de 0 a 100.		77,13	77,12	77,18
IN016_AE – Índice de tratamento de esgoto Em resumo, esse indicador se refere ao volume de esgotos tratado com relação ao volume de esgotos coletado. O valor desse índice varia de 0 a 100.		100	97,52	96,64
QD011 – Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados Quantidade de vezes no ano, inclusive repetições, em que foram registrados extravasamentos na rede de coleta de esgotos. No caso de município atendido por mais de um sistema, as informações dos diversos sistemas devem ser somadas. Unidade: Extravasamentos/ano.		503	539	493
IN046_AE – Índice de esgoto tratado referido à água consumida Refere-se ao volume de esgotos tratado com relação ao volume de esgotos gerado no município. Cabe mencionar que o volume de esgotos gerado no município, para fins de cálculo desse indicador, é aproximadamente igual ao volume de água efetivamente consumido nos domicílios conectados à rede de abastecimento. O valor desse índice varia de 0 a 100.		77,13	75,21	74,58
QD026 – Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas) Quantidade total anual de amostras coletadas na(s) saída(s) da(s) unidade(s) de tratamento e no sistema de distribuição de água (reservatórios e redes), para aferição do teor de coliformes totais. No caso de município atendido por mais de um sistema, as informações dos diversos sistemas devem ser somadas. Unidade: Amostras/ano.		504	282	543

Prestador	Copasa		
Ano	**2016**	**2017**	**2018**
QD027 – Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão Quantidade total anual de amostras coletadas na(s) saída(s) da(s) unidade(s) de tratamento e na rede de distribuição de água, para aferição do teor de coliformes totais, cujo resultado da análise ficou fora do padrão determinado pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. No caso de município atendido por mais de um sistema, as informações dos diversos sistemas devem ser somadas. Unidade: Amostras/ano.	0	0	0
Sistema tarifário			
IN101_AE – Índice de autossuficiência de caixa Refere-se à arrecadação total com relação a soma das despesas de exploração (DEX), despesas com juros e encargos do serviço da dívida, despesas fiscais ou tributárias não computadas na DEX e despesas com amortizações do serviço da dívida. De maneira geral, pode-se dizer que esse Índice tem a ver com a arrecação sobre o total das despesas sobre a prestação do serviço. Se a arrecadação for igual às despesas, então o valor desse índice variará de 0 a 100. Valores maiores que 100 indicam que a arrecação supera as despesas.	88,99	123,96	121,61
IN004_AE - Tarifa média praticada Esse indicador se refere às informações fornecidas por prestadores de serviços responsáveis tanto pelo abastecimento de água quanto pelo esgotamento sanitário no município. Trata-se, portanto, de um indicador que se refere mutuamente a ambos os serviços. Refere-se à soma das receitas operacionais diretas de água e de esgoto com relação à soma dos volumes de água e de esgotos faturados. Cabe mencionar que o volume faturado tem a ver com o volume anual de água e de esgotos debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Unidade: Reais.	3,76	3,66	4,66
IN006_AE - Tarifa média de esgoto Em resumo, esse indicador se refere à receita operacional direta de esgoto em relação ao volume de esgotos faturado. Isto é, tem a ver com a arrecadação do prestador de serviços por volume de esgotos faturado. Unidade: Reais.	3,55	3,47	4,49
TR033 – Quantas economias residenciais são contempladas com a tarifa social?	SI	SI	SI

SI: sem informação

Fonte: Adaptado de SNIS, 2018

❖ Atendimento da população

No período de 2016 a 2018, a proporção da população urbana atendida com esgotamento sanitário permaneceu, aproximadamente, a mesma, em torno de 85%, se relacionados os números do indicador ES026 com a população urbana para o mesmo ano. Em termos absolutos a população urbana atendida diminuiu em 280 pessoas no período analisado. Ao mesmo tempo, a população urbana caxambuense diminuiu em 505 pessoas, como apresentado no item 2.3.1, relativo ao perfil demográfico da população de Caxambu. Assim sendo, e

embora não seja possível afirmar assertivamente, a redução da população urbana atendida por esgotamento sanitário pode decorrer da diminuição da população urbana no Município.

Com relação à população total de Caxambu, o serviço de esgotamento sanitário (cujo acesso é medido pelo indicador ES026 pela conexão do domicílio à rede coletora de esgotos) atendeu aproximadamente 84% da população caxambuense. Esse resultado, no entanto, não revela a situação de esgotamento sanitário dos domicílios da área rural do Município. Como mencionado no Tópico 2 do presente documento, Caxambu possui 6,4% de população rural.

- **Sistema de coleta e tratamento de esgotos**

O sistema de coleta e tratamento de esgotos pode ser caracterizado com base nas seguintes informações:

a. IN015 – Índice de coleta de esgoto;

b. IN016 – Índice de tratamento de esgoto;

c. QD011 – Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados;

d. IN046 – Índice de esgoto tratado referido à água consumida;

O Índice de esgoto coletado é 77,18% para o ano de 2018, valor que permaneceu relativamente o mesmo desde 2016. Isso significa que o esgoto gerado por cerca de 23% da população, cujos domicílios estão conectados à rede de abastecimento de água, não é coletado.

O Índice de tratamento de esgoto, de 2016 a 2018, caiu de 100% para 96,94%. Considerando que o índice de coleta de esgotos permaneceu relativamente o mesmo nesse período, possivelmente esse indicador revela aumento da perda de volume de esgoto por extravasamento na rede coletora. Ao se fazer uma comparação com a quantidade de extravasamentos de esgotos registrados, tem-se que do ano de 2016 para 2017 houve um aumento no número de extravasamentos, o que se manteve para o ano de 2018. No ano de 2016 foram 503 registros de extravasamentos de esgotos. Sobre esses indicadores é razoável concluir que se faz necessário estabelecer ações de monitoramento da rede coletora de esgotos. A perda de esgotos na rede coletora pode expor a população ao risco de contaminação por microrganismos patogênicos tipicamente presentes em esgotos domésticos, além do impacto negativo causado no solo e nos recursos hídricos.

O Índice de esgoto tratado referido à água consumida, revela a abrangência do sistema de tratamento sobre o esgoto gerado no município. Para Caxambu, em 2018, 74,58% dos esgotos gerados foram tratados. Recomenda-se que o município busque formas de conhecer e avaliar como tem sido destinado o volume de esgotos gerados por cerca de 25% da população caxambuense – o que pode representar a demanda por serviço de coleta e/ou tratamento no município.

A adequação do sistema de tratamento de esgotos pode ser analisada no tocante ao atendimento do padrão de lançamento de esgotos. Nesse sentido, os indicadores mostram que a Copasa, prestadora de serviços de esgotamento sanitário, atendeu a quantidade mínima de amostras a serem analisadas e não houve amostras fora do padrão, no período de 2016 a 2018.

Cabe mencionar o indicador Extensão da rede de esgotos (ES004), cuja informação é medida em quilômetros (km). De maneira geral, quanto maior a extensão da rede ao longo dos anos, pode-se inferir sobre a abrangência de cobertura da população, bem como sobre a complexidade de monitoramento do sistema no sentido de evitar e/ou sanar problemas com extravasamento de esgotos.

- **Sistema tarifário**

Quanto ao aspecto econômico-financeiro do serviço de esgotamento sanitário, é importante analisar a suficiência de caixa e as tarifas, conforme as seguintes informações:

a. IN101 – Índice de suficiência de caixa;

b. IN004 – Tarifa média praticada;

c. IN006 – Tarifa média de esgoto.

d. TR033 – Quantas economias residenciais são contempladas com a tarifa social?

O Índice de suficiência de caixa superou 100% nos dois últimos anos analisados, mas opera sob inadequações como mostram as informações de volume de esgotos tratado e de extravasamento de esgotos. No que se refere às tarifas, tem-se que a Tarifa média praticada se refere à arrecadação com relação aos volumes de água consumido e de esgoto gerado, e revela, portanto, a arrecadação global – relativa ao conjunto dos serviços de água e esgotamento sanitário ofertados pelo único prestador – no caso de Caxambu, Copasa. A Tarifa média de esgoto se refere à arrecadação, especificamente, sobre o volume de esgoto faturado.

Nesse sentido, observa-se que a prestadora de serviços arrecadou, em 2018, R$ 4,49 por volume de esgoto faturado, mas, considerando uma análise sistêmica, a prestadora arrecadou R$ 4,66 por volume de água e esgoto faturado.

Como o Índice de suficiência de caixa mostra que a arrecadação supera as despesas, pode-se inferir que, no sentido da suficiência, os Índices indicam que não há necessidade de aumento das tarifas pagas pela população. Porém, faz-se ainda necessário que o município, junto ao prestador de serviços, avalie as ações de adequação do esgotamento sanitário para a população caxambuense, o que pode requerer investimentos. Ainda assim, é possível evitar o aumento da tarifa, se o município encontra fontes alternativas de investimento em saneamento básico, como, por exemplo, o ICMS Ecológico (Imposto Sobre Arrecadação de Mercadorias e Serviços).

Comparação de indicadores entre municípios e médias estadual e nacional

Importa comparar os indicadores sobre a prestação dos serviços de esgotamento sanitário com outros municípios, com a média estadual e a média nacional com a finalidade de observar em que medida Caxambu acompanha outros municípios no tocante à qualidade dos serviços e à universalização do acesso. A comparação entre esses indicadores, no entanto, requer um grau de aprofundamento maior, de modo a se conhecerem as particularidades dos serviços nos municípios objetos de comparação, o que não é possível no âmbito do PMSB.

Porém, a título de ilustração, foram escolhidos três indicadores – considerados representativos gerais do serviço de esgotamento sanitário – para serem comparados com outros dois municípios, para o ano de 2018, sendo eles:

a. Índice de coleta de esgoto

b. Índice de esgoto tratado referido à água consumida

c. Tarifa média de esgoto

Os critérios de escolha dos municípios foram:

- Dois municípios na mesma macrorregião de Caxambu;

- Pelo menos um dos selecionados com modelo de prestação de serviço diferente de Caxambu, para se verificar, minimamente, se há diferenças significativas em outro modelo de prestação;
- IDHM em faixas aproximadas:

  - Muito alto: 0,800 a 1,00

  - Alto: 0,700 a 0,799

  - Médio: 0,600 a 0,699

  - Baixo: 0,500 a 0,599

  - Muito baixo: 0 a 0,499
- População em faixas aproximadas:

  - De 0 a 5000 habitantes

  - De 5001 a 20000 habitantes

  - De 20001 a 50000 habitantes

  - De 50001 a 100000 habitantes

Assim, os municípios selecionados são: Baependi e Campanha.

As informações comparadas estão indicadas na Tabela 69. Explica-se que, observou-se que o município de Baependi não preencheu nenhum dos indicadores selecionados para a comparação. Por isso, optou-se por acrescentar outros dois municípios com modelo de prestação de serviços municipal: Itanhandu e Passa Quatro. Esses municípios possuem uma população relativamente menor que Caxambu e estão, inclusive, numa faixa populacional diferente de Caxambu. Porém, são os municípios com prestação municipal mais próximos da faixa populacional de 20 mil habitantes e localizados na Bacia do Rio Verde – a mesma de Caxambu. Todavia, as informações dos cinco municípios mencionados estão apresentadas na referida Tabela 69.

Vale mencionar que são comparações razoáveis, porque, ainda que o indicador tenha sido calculado com os mesmos tipos de informação para escala comparada (município, Estado de

Minas Gerais e Brasil), há características peculiares de cada caso que influenciam no resultado do indicador, como, por exemplo, o grau de adensamento da população urbana – que pode favorecer o acesso à rede coletora de esgotos; a eficiência do monitoramento da rede coletora e a proporção de domicílios conectados à rede coletora – que pode influenciar no índice de tratamento de esgotos; etc.

Tabela 69 – Comparativo de indicadores de esgotamento sanitário entre municípios e médias estadual e nacional, 2018

Dados Indicadores	Município					Média estadual	Média nacional
	Caxambu	Campanha	Baependi	Itanhandu	Passa Quatro		
Prestador de serviços	COPASA	COPASA	Prefeitura Municipal de Baependi	Prefeitura Municipal de Itanhandu	Prefeitura Municipal de Passa Quatro	-	-
População total em 2018 (habitantes)	21.703	16.565	19.094	15.236	16.292	-	-
IDHM (Índice de desenvolvimento humano municipal)	0,743	0,709	0,681	0,739	0,715	-	-
IN015_AE – índice de coleta de esgoto (%)	77,18	76,86	NP	100	100	65,19	58,06
IN046_AE – Índice de esgoto tratado referido à água consumida (%)	74,58	0	NP	0	0	38,95	46,25
IN084 - Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	0	0	NP	0	0	1,18%	2,14%
IN006_AE - Tarifa média de esgoto (R$/m³)	4,49	1,99	NP	NP	0,07	3,26	3,76

NP: não preenchido

Fonte: Adaptado de SNIS, 2018; IBGE, 2010

A comparação sobre a situação do serviço de esgotamento sanitário de Caxambu com outros municípios está limitada pela falta de informações nos quatro municípios escolhidos. Primeiramente, com relação à coleta de esgotos, Caxambu supera as médias estadual e nacional, apresentando 77,18% de atendimento, situação relativamente igual ao município de

Campanha, onde o serviço também é prestado pela Copasa. No modelo de prestação direta de serviços, no entanto, os municípios de Itanhandu e Passa Quatro informam 100% de atendimento.

Com relação ao índice de tratamento de esgoto, Caxambu supera as médias estadual e nacional, com 74,58% de tratamento de esgotos com relação à água consumida. Nos casos de modelo de prestação direta de serviços, os municípios de Itanhandu e Passa Quatro informam que não realizam o tratamento dos esgotos coletados, Baependi não apresentou informações e o município de Campanha, onde o serviço é prestado pela Copasa, também informa que não realiza o tratamento dos esgotos. Dos esgotos tratados, Caxambu não apresentou amostras fora do padrão de tratamento, indicando situação adequada do serviço.

Em Caxambu, a tarifa média praticada é duas vezes maior que aquela praticada no município de Campanha, onde opera também a Copasa, e está relativamente maior que as médias estadual e nacional. Segundo a prestadora de serviço, no município de Caxambu a cobrança é pelos serviços de coleta e tratamento, enquanto na cidade de Campanha o serviço é somente pela coleta, uma vez que a Estação de Tratamento de Esgotos ainda não foi construída.

Os municípios de Baependi e Itanhandu não preencheram informações a respeito da tarifa e o município de Passa Quatro informa uma tarifa de 0,07 centavos. É importante ponderar que as médias estadual e nacional são resultado das informações de municípios com diferentes modelos de prestação de serviços, nos quais as condições de investimentos, da capacidade de pagamento da população e da escala de atuação das prestadoras de serviços são bastante variadas, de modo que apenas comparando-se o indicador de tarifa, não é possível afirmar a situação mais ou menos adequada. Não obstante, essas informações são, ao menos, um indicativo de que a revisão do modelo tarifário em Caxambu pode ser do interesse da população, no sentido de se verificar a adequação da tarifa tanto com relação às despesas quanto com relação à capacidade de pagamento da população caxambuense.

5.10. Identificação e análise das principais fragilidades e potencialidades dos serviços de esgotamento sanitário

Nas Tabela 70 e Tabela 71 são apresentadas algumas deficiências e potencialidades na prestação dos serviços de esgotamento sanitário no município de Caxambu, identificadas a partir das visitas de campo realizadas em março de 2021, somado as entrevistas com as lideranças comunitárias e repasses da Copasa. Cabe destacar que as informações pontuadas a

seguir serão fundamentais na etapa de Prognóstico (Produto D), e Programas, Projetos e Ações (Produto E) do PMSB de Caxambu.

Tabela 70 – Deficiências no serviço de esgotamento sanitário

Fragilidades	Descrição
Entupimento da rede coletora por lançamentos irregulares	Houve queixas por parte dos funcionários da prestadora de serviços sobre o lançamento irregular de alimentos e demais resíduos realizado por alguns moradores. Tal ação tem causado o entupimento na rede coletora e obstrui o escoamento do esgoto, uma vez que o efluente se desloca por ação da gravidade até às elevatórias
Lançamentos clandestinos e ausência de rede de drenagem	A Copasa relatou que há trechos no centro da cidade que não dispõe de rede de drenagem, em decorrência disso, as águas pluviais são lançadas na rede de esgotos prejudicando a eficiência do tratamento de esgotos. Também houve relatos de lançamentos clandestinos da rede de drenagem na rede coletora.
Presença de fossas rudimentares na área urbana	As fossas são construídas sem padronização e monitoramento. Destaca-se ainda, a ausência de fiscalização das soluções individuais adotadas pelas famílias e proposição de ações de isolamento das fossas e conexão à rede coletora
Ausência de ações de educação sanitária e ambiental	Não foi relatada nenhuma ação de sensibilização da população com relação à importância da coleta e destinação correta das excretas, com vistas à redução dos lançamentos irregulares e da ausência de conexão à rede coletora
Ausência de informação	Os moradores da sede não são instruídos sobre as formas de acesso a tarifa social para as famílias de baixa renda que cumprem os requisitos para serem beneficiadas com a redução da tarifa
Estação de Tratamento de Esgotos	A estrada de acesso à ETE é precária. No tratamento, a areia que não é retida pelos desarenadores compromete o funcionamento do reator e corrói os equipamentos. Além destes problemas, não se sabe o nível do lençol freático no local onde foi construído o aterro da ETE. E, uma informação a se investigar, é a presença de peixes na lagoa de maturação.
Ausência de fiscalização e monitoramento das fossas rudimentares	Há elevado número de fossas rudimentares na área rural somado a ausência de fiscalização das soluções individuais adotas pelas famílias e proposição de soluções de adequação das fossas rudimentares existentes para fossa séptica
Ausência de diálogo com a população da área rural	Não há capacitação e instrução dos moradores sobre as tecnologias adequadas para as condições físicas e socioeconômicas de cada comunidade, bem como ações continuadas no âmbito da educação sanitária

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Tabela 71 – Potencialidades do serviço de esgotamento sanitário

Potencialidades	Descrição
Conexão das casas com fossas rudimentares à rede coletora de esgotos	As fossas construídas na área urbana podem ser desativadas e a rede conectada à rede coletora de esgotos pela Copasa.
Promoção de ações de educação ambiental	A Prefeitura Municipal, em conjunto com a Copasa, pode desenvolver programas de educação ambiental para conscientizar a população sobre o lançamento indevido de objetos na rede coletora de esgotos.
Aproximação da Copasa com	A Copasa pode se aproximar da população a partir da inserção de informações

a população	na conta de água/esgoto e informar sobre os tratamentos e onde são investidos o dinheiro da população, para que haja menos desconfiança em relação ao valor da tarifa praticada.
Estação de Tratamento de Esgotos	A Copasa pode melhorar a estrada de acesso à ETE e monitorar o motivo de haver peixes na lagoa facultativa.

Fonte: Projeto SanBas, 2021

5.11. Identificação dos principais fundos de vale, corpos d'água receptores e possíveis áreas para locação de ETE

O município de Caxambu possui a ETE Caxambu, localizada na Fazenda Campo Limpo, que atende cerca de 88% da população urbana, com previsão de atendimento de 95% ao longo do horizonte de planejamento do PMSB.

Caso o município decida implementar ETE para tratamento de esgotos na população rural, principalmente em casos potenciais como em Monjolinho e Sítio Laranjeiras, o município deve se orientar pelo conteúdo deste tópico, em que estão inseridas as orientações para a escolha da área para implantação da ETE.

O TR da Funasa (2018) afirma que o estudo locacional e de concepção tecnológica para a implantação de uma ETE é normatizado pela NBR 9.648 (ABNT, 1986). Diante da demanda de informações detalhadas para subsidiar essa identificação, reitera-se que se trata de ações no âmbito de projeto específico não sendo possível realizar no âmbito do presente documento. Dessa maneira, neste tópico serão apresentadas as informações bem como os critérios que devem ser observados no processo de identificação de possíveis locais para a alocação de ETEs.

A identificação de possíveis áreas para locação de Estação de Tratamento de Esgotos deve observar alguns critérios, sendo eles (CAMPOS, 2011; FLORES e colaboradores, 2017):

1. Área: refere-se ao espaço físico disponível no terreno para a implantação da ETE, também sobre algum fator que impeça sua construção ou ampliação. Quanto maior o espaço disponível, mais adequado é o local, pois um espaço pequeno pode limitar a escolha do sistema de tratamento;

2. Acesso: refere-se à avaliação da dificuldade de acesso ao terreno. Quanto melhor for a condição de acesso, mais adequado é o local;

3. Proximidade de rede elétrica: refere-se à distância que a ETE está de uma rede elétrica mais próxima. Quanto mais próximo da rede elétrica, mais adequado é o local, pois o fornecimento de energia é fundamental para a operação da ETE;

4. Proximidade de habitações: refere-se à distância que a ETE está de uma residência. Quanto mais distante de residências, mais adequado é o local, pois a ETE gera impactos socioambientais como odores, e, eventualmente, poluição sonora;

5. Proximidade do corpo receptor: refere-se à distância que a ETE está do corpo receptor e a necessidade de bombeamento do efluente tratado. Quanto mais próximo do corpo receptor, mais adequado é o local, pois é possível economizar, construindo um emissário menor. Não ter necessidade de bombeamento também é uma vantagem, pois evita custos de instalação e manutenção das bombas;

6. Custo de linha de recalque: refere-se ao custo estimado da extensão total da linha de recalque. Quanto menor o custo, mais adequado é o local;

7. Custo do emissário da Estação Elevatória de Esgotos (EEE) até ETE: refere-se ao custo estimado da extensão total do emissário que sai da EEE final até a entrada do canal da ETE. Quanto menor o custo, mais adequado é o local;

8. Impacto Ambiental: refere-se ao grau de impacto no meio ambiente que o planejamento, construção e operação da ETE irão causar no local, bem como análise da área escolhida, se atende à legislação ambiental vigente. Quanto menor o impacto ambiental, mais adequado é o local. Uma área de pastagem é mais adequada que uma área vegetada, onde será necessário suprimir a vegetação;

9. Topografia: refere-se às características físicas do terreno, no sentido de que a necessidade de modificar as condições preexistentes do terreno, não seja de tal ordem que limite alguma opção. Um terreno mais plano é mais adequado que um terreno de alta declividade, com necessidade de terraplenagem;

10. Risco de Inundação: refere-se ao risco de inundações na área indicada para a construção da ETE. A inundabilidade de uma área pode torná-la menos atrativa devido aos custos causados pela enchente, ou então custos para aterro da área. Assim, locais com baixo risco de inundação são mais adequados que locais com alto risco.

Para mapear os principais fundos de vale que compõem o relevo do município, analisou-se a Figura 19, visto que os fundos de vale estão localizados nas áreas de menor altimetria.

São identificados os principais corpos d'água do Município de Caxambu, sendo os de maior vazão o Ribeirão Baependi, cadastrado com uso para extração mineral, e Ribeirão Taboão, com nenhum uso cadastrado ou outorgado; além desses, há dois corpos d'água cadastrados com uso para consumo humano, o Córrego da Invernada e o Ribeirão João Pedro, cujas águas são cadastradas também para fins de aquicultura e recreação. Tais usos cadastrados devem ser observados ao se propor um local para implantação de estações de tratamento de esgoto.

O lançamento dos esgotos sanitários tratados em cursos hídricos é apenas uma das formas de dispor esse efluente. Como alternativa têm-se a disposição destes no solo, pelos métodos de fertirrigação, escoamento superficial, infiltração/percolação no solo e sistemas alagados construídos. Para avaliar se é possível dispor os efluentes no solo em um determinado local é preciso considerar alguns critérios, como (MATOS e MATOS, 2017; VON SPERLING, 2005):

1. Necessidade de grandes áreas;
2. Águas subterrâneas em profundidades superiores a 1,5 m, a fim de prevenir sua contaminação;
3. Evitar zonas úmidas, e época chuvosa, para evitar condição de anaerobiose;
4. Controle de acesso ao público;
5. Tipo de solo, a depender do método utilizado. Para Infiltração/ percolação recomenda-se solo com elevada permeabilidade (arenoso) e para fertirrigação recomenda-se solos argilosos de textura média;
6. Ausência de rede de drenagem no local;
7. Distância mínima de poços de captação de água e nascentes e cursos d'água;
8. Distância mínima do local de recarga de aquífero;
9. Distância de residências de pessoas, devido aos possíveis maus odores gerados, insetos, vermes e mosquitos (a depender do sistema de disposição do solo utilizado);

10. Condições geológicas que tornem pouco provável a contaminação de águas subterrâneas.

Essas e outras soluções com seus respectivos critérios serão apresentadas no Produto D deste PMSB, quando serão estudadas as alternativas de sistemas e soluções para o esgotamento sanitário.

6. SERVIÇOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O manejo de águas pluviais abrange "um conjunto de técnicas de infiltração, retenção, detenção e reuso, considerando a qualidade da água e a redução dos impactos da poluição nos corpos d'água e a recuperação das condições naturais da bacia" (FUNASA, 2018, p. 105). Destaca-se que, apesar da Lei Federal nº 11.445/2007 empregar a expressão manejo de águas pluviais "urbanas", o Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxambu adota a terminologia manejo de águas pluviais, sem a palavra "urbanas", para reiterar que esse serviço se estende à área rural do município. Ademais, a Lei Federal nº 13.308/2016 (BRASIL, 2016), que altera a Lei Federal nº 11.445/2007, adota a terminologia manejo de águas pluviais e estende o serviço às atividades de limpeza e fiscalização preventiva das redes de drenagem urbanas.

O manejo de águas pluviais é um componente do saneamento de relevância ambiental, econômica, social e epidemiológica, tanto para a área urbana, quanto para a rural. Seu objetivo é o correto manejo das águas da chuva, evitando, assim, problemas como inundações, alagamentos, erosões e empoçamentos.

Em relação à área urbana, a impermeabilização do solo, a canalização dos rios em áreas urbanas e a ausência de sistemas de manejo de águas pluviais provocam picos de vazão maiores e mais e rápidos, podendo acarretar inundações frequentes, afetando as populações ribeirinhas (TUCCI, 2005). Esses problemas se agravam com a incorreta disposição de resíduos sólidos e efluentes líquidos nos sistemas de manejo de águas pluviais, visto que provocam obstruções na rede de drenagem. O manejo de águas pluviais é uma questão que não diz respeito somente a estruturas, mas também à conscientização da população.

Vale destacar que as inundações são, também, vias de disseminação de doenças de veiculação hídrica, da mesma forma que os empoçamentos estão diretamente relacionados à reprodução de vetores de outras doenças. Além disso, constatam-se perdas materiais e até mortes em decorrência de inundações e desmoronamentos.

Na área rural, embora a impermeabilização dos solos seja menor ao se comparar com as áreas urbanizadas, muitos destes problemas também são constatados. Contudo, a dispersão das residências aponta para soluções pontuais e/ou no entorno de cada domicílio, em detrimento da construção/manutenção de redes de drenagem, como nas cidades (BRASIL, 2019). Soma-

se a isso, a questão das estradas rurais, que, muitas vezes se deterioram e impossibilitam o trânsito de pessoas em razão do incorreto manejo das águas pluviais.

6.1. Estruturação organizacional responsável pelos serviços de manejo de águas pluviais

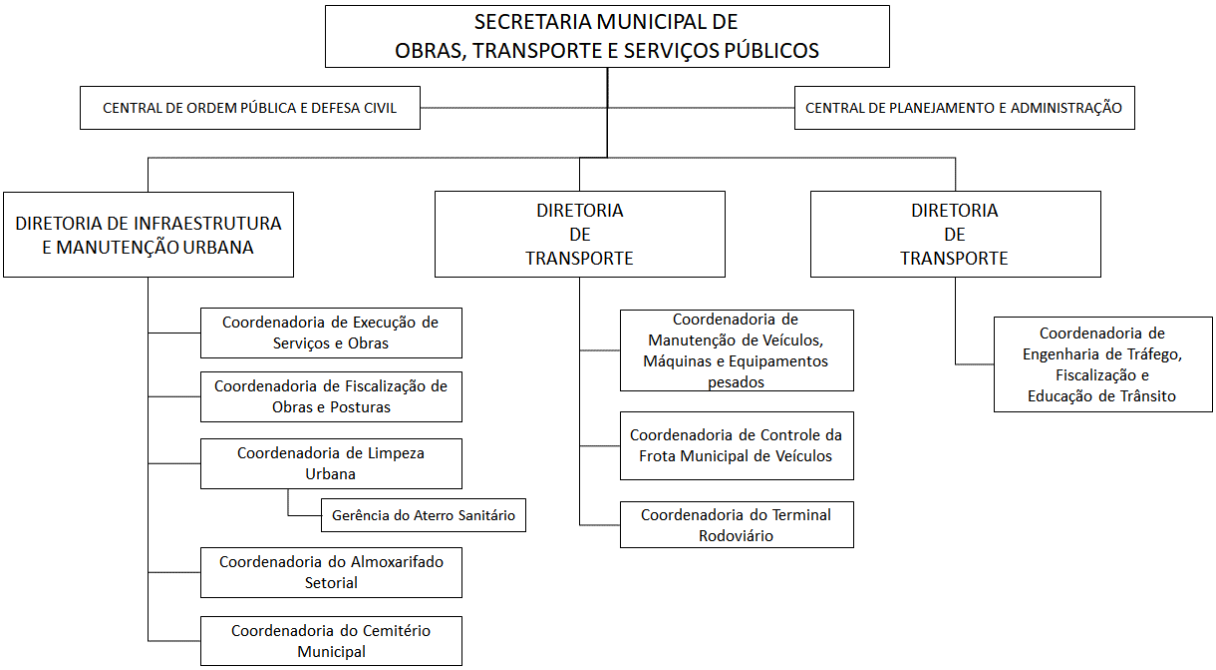
A Prefeitura Municipal de Caxambu, através da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos, é responsável pela operação e manutenção dos sistemas de drenagem existentes no município. São realizadas práticas de limpeza do sistema de drenagem de maneira corretiva, a fim de desobstruir componentes do sistema, sendo a frequência de manutenção dada de acordo com a demanda.

De acordo com o artigo 32 e os incisos VI, X, XIII, XIV, XV, XXX, XXXI e XXXIV da Lei Complementar Nº 83/2019 (CAXAMBU, 2019) a Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos exerce as seguintes funções relacionadas direta ou indiretamente ao manejo das águas pluviais:

> "VI – coibir o uso indevido das calçadas e a ocupação dos passeios públicos por obstáculos que impeçam a livre circulação dos pedestres;
>
> X – manter atualizado o cadastro das obras públicas municipais e dos dados técnicos e financeiros necessários ao acompanhamento e controle das referidas obras;
>
> XIII - construir, pavimentar e conservar as vias urbanas e logradouros;
>
> XIV – planejar, coordenar, executar e fiscalizar as obras de infraestrutura, de construção e manutenção de estradas vicinais, caminhos, pontes, mata-burros, pontilhões e passarelas na área rural do Município;
>
> XV - executar trabalhos de patrolamento, melhoria e encascalhamento; bem como, atividades relacionadas com obras de madeira e cimento como manilhas, bueiros e demais correlatos;
>
> XXX - propor à autoridade competente a decretação de situação de emergência ou de estado de calamidade pública, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional de Defesa Civil - CONDEC;
>
> XXXI – coordenar, em articulação com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, a política municipal de saneamento básico e fiscalizar os serviços prestados, obedecendo às diretrizes exaradas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico; e,
>
> XXXIV – realizar, de forma direta ou contratada, a execução dos serviços de coleta de resíduos sólidos e sua destinação final, dos serviços de aterro sanitário, e dos serviços de capina, varrição e limpeza das vias e logradouros públicos".

Atualmente, a estruturação organizacional Secretaria de Obras, Transporte e Serviços Urbanos está ilustrada pela Figura 75.

Figura 75 – Organograma da Secretaria de Obras, Transporte e Serviços Públicos



Fonte: adaptado de Caxambu, 2019[24]

6.2. Legislação existente sobre o uso e ocupação do solo e seu rebatimento no manejo das águas pluviais

Após uma busca no acervo das legislações no município de Caxambu, identificou-se 7 leis e 1 decreto que contém informações relacionadas direta ou indiretamente ao manejo das águas pluviais, conforme a Tabela 72. Sendo elas: a lei orgânica municipal, o código de posturas, o código de obras, o decreto que institui a Área de Proteção Ambiental Municipal das Águas Minerais a microbacia do Ribeirão Bengo, o código tributário do município de Caxambu, a lei que institui o zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Caxambu, código de vigilância sanitária e a lei que regulariza as construções clandestinas.

Tabela 72 – Principais legislações e planos que apresentam informações relacionadas ao Manejo das Águas Pluviais

Lei / Decreto (nº)	Ano	Objetivo
462	1970	Institui o Código de Posturas do Município de Caxambu
585	1976	Institui o Código Tributário do Município de Caxambu

[24] Estrutura da Secretaria de Obras, Transporte e Serviços Urbanos de Caxambu, de acordo com a Lei Complementar nº 83/2019.

Lei / Decreto (nº)	Ano	Objetivo
1447	1999	Institui o Código de Vigilância Sanitária do Município de Caxambu
10	2000	Institui o Plano Diretor do Município de Caxambu
11	2000	Institui a lei do zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo do Município de Caxambu
12	2000	Institui o Código de Obras do Município de Caxambu
2228	2015	Dispõe sobre a regularização de construções clandestinas e/ou irregulares do Município de Caxambu
24	2017	Lei Orgânica do Município de Caxambu
-	2017	Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico de Caxambu
23/03/2018	2018	Declara como Área de Proteção Ambiental Municipal das Águas Minerais a microbacia do Ribeirão Bengo
83	2019	Dispõe sobre a Estrutura Administrativa da Prefeitura do Município de Caxambu

Desta forma, ao analisar a Lei Orgânica Municipal (atualizada até a Emenda à Lei Orgânica Nº 24 de 20 de novembro de 2017) (CAXAMBU, 2017), no artigo 10, inciso XXXVI, alínea *e* indica que:

> "ao município compete prover a tudo quanto diga respeito ao seu peculiar interesse e ao bem-estar de sua população, cabendo-lhe, privativamente, dentre outras, as seguintes atribuições: XXXVI – promover os seguintes serviços: a) mercados, feiras e matadouros; b) construção e conservação de estradas vicinais do município; c) transportes coletivos municipais, que terão caráter essencial; d) iluminação pública; **e) drenagem pluvial;** f) construção e conservação de parques, jardins e hortos florestais; e, g) abertura, pavimentação e conservação de vias".

Ainda no artigo 10, parágrafo primeiro, alíneas *b* e *c*, indicam que:

> § 1º - as normas de loteamento e arruamento a que se refere o inciso XIV deste artigo deverão exigir reserva de áreas destinadas a: a) zonas verdes e demais logradouros públicos; b) vias de tráfego e de passagem de **canalizações públicas de esgotos e de águas pluviais** nos fundos dos vales; c) passagem de **canalizações públicas de esgotos e de águas pluviais** com largura mínima de dois metros nos fundos de lotes, cujo desnível seja superior a um metro da frente ao fundo.

No artigo 248, inciso II, da Lei Orgânica, indica que:

> compete ao poder público formular e executar a política e os planos de saneamento básico, assegurando: I – abastecimento de água para a adequada higiene, conforto e qualidade compatível com os padrões de potabilidade; II – a coleta e disposição dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos e **drenagem das águas pluviais** de forma a preservar o equilíbrio ecológico e prevenir ações danosas à saúde; e, III – controle de vetores.

Já no Código de Posturas de Caxambu, Lei Nº 462/70 e legislação suplementar atualizada até outubro de 1999 (CAXAMBU, 1970), no artigo 27, incisos II e III, indica que

> para preservar de maneira geral a higiene pública ficam terminantemente proibidos: II – consentir ou dirigir o escoamento de **águas pluviais** para a rede de esgotos

> sanitários ou prédios vizinhos (desde que alterando, no último caso, respectivo curso natural de cima para baixo); III – consentir ou dirigir o escoamento de águas servidas (residuais, industriais ou superficiais) para a rua, prédios vizinhos ou rede condutora de **águas pluviais**.

No artigo 49 indica que

> toda ligação clandestina de esgoto doméstico ou de outra procedência feita à galeria de **águas pluviais** deverá ser desconectada desta e ligada à rede pública coletora". No artigo 109, inciso III, aborda que: "poderão ser armados coretos ou palanques provisórios nos logradouros públicos, para festividade religiosas, cívicas ou de caráter popular, desde que sejam observadas as condições seguintes: III – não prejudicarem o calçamento nem o escoamento das **águas pluviais**, correndo por conta dos responsáveis pelas festividades os estragos por acaso verificados.

No Código de Obras de Caxambu, Lei Complementar nº 12/2000 e Legislação Suplementar (CAXAMBU, 2000), no artigo 63, parágrafo primeiro, indica que

> nenhuma edificação poderá ser construída sobre terreno úmido, pantanoso, instável ou contaminado por substâncias orgânicas ou tóxicas sem o saneamento prévio do solo e a execução de obras preliminares como **drenagem** e contenções. § 1º – os projetos e responsáveis técnicos pelos serviços de saneamento, **drenagem** e contenções deverão ser apresentados juntamente com o projeto arquitetônico, para aprovação e emissão de alvará de construção.

A seção XIII do Código de Obras é toda destinada às águas pluviais, sendo assim, serão apresentados todos os artigos desta seção, desde o artigo 110 até o artigo 115.

> Art. 110 – Em observância ao artigo 563 do Código Civil e ao artigo 5º da Lei no 6.766/1979, haverá reserva de espaço no terreno para passagem de canalização de **águas pluviais** e esgotos provenientes de lotes situados a montante. § 1º - Os terrenos em declive somente poderão extravasar as **águas pluviais** para os terrenos a jusante, quando não for possível seu encaminhamento para as ruas em que estão situados. § 2º - No caso previsto neste artigo as obras de canalização das águas ficarão a cargo do interessado, devendo o proprietário do terreno a jusante permitir a sua execução por escrito.
>
> Art. 111 – Em observância ao artigo 575 do Código Civil e ao artigo 105 do Decreto no 24.643/1934 (Código de Águas), as edificações construídas sobre linhas divisórias ou no alinhamento do lote terão os equipamentos necessários para não lançarem água sobre o terreno adjacente ou sobre o logradouro público.
>
> Art. 112 – Quando não houver **rede de drenagem pluvial subterrânea, o escoamento das águas pluviais** provenientes de áreas cobertas e descobertas, inclusive jardins e quintais, para as sarjetas dos logradouros públicos será feito através de condutores sobre os passeios.
>
> Art. 113 - Os beirais serão construídos de maneira a não permitir o lançamento das águas pluviais sobre o terreno adjacente ou o logradouro público.
>
> Art. 114 - Em caso de obra, o proprietário do terreno fica responsável pelo controle global das águas superficiais, efeitos de erosão ou infiltração, respondendo pelos danos aos vizinhos, aos logradouros públicos e à comunidade, pelo assoreamento e poluição de bueiros, galerias e cursos d'água.
>
> Art. 115 – Todos os aterros e desaterros deverão ser precedidos pela apresentação de ART e previamente aprovados pela Prefeitura, sob pena de multa e embargo. § 1º – Será vedada a execução de movimentos de terra em períodos de chuvas, mesmo para obras ou projetos de parcelamento de solo já aprovados. § 2º – A infração ao disposto neste artigo, além de multa e embargo, acarretará a obrigação de indenizar

> o Município pelos danos causados, incluindo-se as despesas com pessoal para limpeza, reconstrução ou recomposição dos logradouros e instalações de próprios públicos ou privados atingidos".

No Decreto Municipal de 23 de março de 2018 (CAXAMBU, 2018) que declara como Área de Proteção Ambiental Municipal das Águas Minerais a microbacia do Ribeirão Bengo, conforme especificações e memorial descritivo anexo, e dá outras providências, ao realizar este decreto, foram consideradas pontos relativos ao manejo das águas pluviais, como:

> a) que bacia hidrográfica é a unidade de gestão territorial correspondente à **área de drenagem do escoamento superficial**, subsuperficial ou subterrâneo das águas que abastecem dado curso d'água, separando-se de outras bacias pelos divisores representados pelas cotas altimétricas mais elevadas do relevo"; b) "considerando que a bacia hidrográfica de manancial é a área localizada a montante do local de captação para abastecimento, delimitada pelos divisores topográficos das superfícies de escoamento e pelo conjunto de canais de escoamento, perenes ou efêmeros, que integram a **rede de drenagem**"; e, c) "que a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em relatório publicado em 1999, definiu que a recarga das águas minerais do Circuito das Águas se dá através da infiltração **de águas pluviais** em áreas topograficamente mais elevadas próximas às fontes, em especial nas microbacias a montante das surgências e captações; que os aquíferos apresentam relevante grau de vulnerabilidade natural à contaminação e que as fontes apresentam significativa redução de vazões, quando analisadas suas séries históricas.

No Código Tributário do Município de Caxambu, Lei Municipal Nº 585/76 e Legislação Complementar atualizada até a Lei Complementar nº 74 de 26 de Setembro 2017 (CAXAMBU, 1976), no artigo 6 aborda que para os efeitos deste imposto, são zonas urbanas:

> I – a área em que existam, pelo menos, dois dos seguintes melhoramentos, construídos ou mantidos pelo poder público; **a) meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais**; b) abastecimento de água; c) sistema de esgotos sanitários; d) rede de iluminação pública, com ou sem posteamento para distribuição domiciliar; e) escola primária ou posto de saúde e uma distância máxima de 3 (três) quilômetros do bem imóvel considerado. II – A área igual ou inferior a um hectare, mesmo que comprovadamente utilizada em exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, agroindustrial ou mineral; III – A área urbanizável ou de expansão urbana, constante de loteamento destinado à habitação, à indústria ou ao comércio.

No artigo 60 do capítulo IV que aborda sobre a taxa sobre os serviços públicos apresenta os seguintes trechos relacionados ao manejo das águas pluviais:

> Taxas de Serviços Públicos são devidas pela utilização, efetiva ou potencial, dos seguintes serviços públicos, prestados ao contribuinte ou postos à sua disposição: I - Taxa de Coleta de Lixo é devida pela coleta, remoção e destinação final de lixo domiciliar, respeitado o limite da legislação municipal; II - Taxa de Limpeza pública é devida pelos serviços prestados em logradouros públicos, que objetivem manter limpa a cidade, inclusive os de: a) varrição, lavagem e irrigação; **b) limpeza e desobstrução de bueiros, bocas de lobo, galerias de água pluviais, rede de esgotos e córregos**; c) capinação; **III - Taxa de Conservação de Calçamento devida pelos serviços prestados em logradouros públicos, que objetivem a conservação dos leitos pavimentados, inclusive os de recondicionamento de meio-fio**. IV - Taxa de Iluminação Pública devida pelos serviços prestados em logradouros públicos, que objetivem a iluminação pública, inclusive os de: a) manutenção de rede elétrica; b) fornecimento de energia. Parágrafo único - Na

> hipótese da prestação de mais de um serviço previsto num mesmo inciso, haverá uma única incidência.

No artigo 49 do Código de Vigilância Sanitária do município de Caxambu, Lei Nº 1447/1999 (CAXAMBU, 1999) indica que:

> "toda ligação clandestina de esgoto doméstico ou de outra procedência feita à galeria de **águas pluviais** deverá ser desconectada desta e ligada à rede pública coletora".

Em Caxambu foi sancionada uma lei que regulariza construções clandestinas e/ou irregulares, Lei Nº 2228/2015 (CAXAMBU, 2015). No entanto, um dos critérios que impede tal regularização, conforme artigo 1º, inciso III relata que as residências:

> " não estejam localizadas em faixas não edificáveis ao longo de represas, lagos, lagoas, rios, córregos, fundos de vale, **faixas de drenagem das águas pluviais**, galerias, canalizações, nas faixas de domínio das linhas de transmissão de alta tensão, e nas faixas de domínio de rodovias e ferrovias".

Na Lei Nº 11/2000 (CAXAMBU, 2000) que institui a lei do zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Caxambu, no artigo 13 aborda que:

> "consideram-se obras públicas de infraestrutura, para os efeitos desta lei, a execução de pavimentação das vias, o **sistema de drenagem das águas pluviais**, os sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário, iluminação pública e arborização.

No artigo 20, parágrafo terceiro indica que:

> "no território municipal, tanto no perímetro urbano como fora dele, consideram-se non aedificandi (não edificantes) os terrenos situados ao longo das águas correntes (fácies lóticas) e dormentes (fácies lênticas), desde o seu nível mais alto, em faixas marginais nunca inferiores a 30 (trinta) metros em cada margem, observadas as demais disposições legais. § 1º – Para cursos d'água com menos de 10 (dez) metros de largura, a faixa será de, no mínimo, 30 (trinta) metros, de cada lado. § 2º – Para cursos d'água com largura compreendida entre 10 (dez) e 50 (cinquenta) metros, bem como no entorno de nascentes, a faixa terá, no mínimo, 50 (cinquenta) metros, de cada lado. **§ 3º – Ao longo de adutoras de águas, redes de esgotos sanitários e pluviais, a Prefeitura, respeitada a faixa de 4 m. (quatro metros) de cada lado (non aedificandi), poderá permitir construções, desde que observadas as prescrições regulamentares para o uso e ocupação do solo**".

No artigo 88, inciso III aborda que as Áreas de Proteção Ambiental estão definidas como:

> I – as nascentes e as faixas marginais de proteção de águas superficiais;
> II – as florestas e demais formas de vegetação que contribuam para a estabilidade das encostas sujeitas a erosão e deslizamentos;
> **III – as bacias de drenagem das águas pluviais**;
> IV – as áreas verdes públicas, e
> V – as praças".

Já no artigo 93 indica que:

> As doações e cessões de áreas do município serão feitas somente para fins de interesse social e obrigatoriamente em áreas que possuam infraestrutura de serviços

> urbanos (água, esgotos, águas pluviais, energia elétrica, pavimentação, transporte coletivo)".

Neste contexto, entende-se que no município de Caxambu existem diversas leis que orientam aos moradores como procederem em diversas ações para se ter um manejo adequado das águas pluviais. Desta forma, estas legislações tornam-se fundamentais para auxiliar a elaboração e apropriação do Plano Municipal de Saneamento Básico neste município. A partir das informações citadas acima merece destaque que em Caxambu é proibida a ligação de esgoto na rede de água pluvial, estando presente em duas legislações, o código de posturas e o código de vigilância sanitária.

Outra questão relevante a se destacar é a cobrança pelos serviços de manejo e drenagem de águas pluviais uma vez que no município, na taxa de IPTU, uma parcela dos recursos obtidos para a limpeza pública é destinada à limpeza e desobstrução de bueiros, bocas de lobo, galerias de água pluviais, rede de esgotos e córregos.

Sobre as legislações federais e estaduais que possuem interface com o tema drenagem urbana e manejo das águas pluviais, foram consideradas as seguintes legislações para a construção do Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxambu.

- Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997)

O artigo 2º, inciso IV, apresenta que um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos é "incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais".

No artigo 3º, inciso V, é estabelecido como uma das diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos "a articulação da gestão de recursos hídricos com o do uso do solo".

O artigo 31 indica que "na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos".

- Código Florestal Brasileiro - Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012b)

Conforme apresentado no item 2.4.3.2, a Lei Federal nº 12.651/2012, conhecida como o Código Florestal Brasileiro, define Área de Preservação Permanente como "área protegida,

coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (BRASIL, 2012b, artigo 3º, inciso II).

No artigo 4º da mencionada legislação são estabelecidas as delimitações de APPs, em áreas urbanas e rurais e, na seção II, capítulo IV, são apresentadas disposições para áreas consolidadas em áreas de preservação permanente.

Ressalta-se que o artigo 61-A dispõe sobre a autorização da continuidade das atividades agrossilvopastoris, de turismo rural e ecoturismo em áreas rurais consolidadas em APP até a data de 22 de julho de 2008, sendo indicado o seguinte em um dos seus parágrafos:

> Em todos os casos previstos neste artigo, o poder público, verificada a existência de risco de agravamento de processos erosivos ou de inundações, determinará a adoção de medidas mitigadoras que garantam a estabilidade das margens e a qualidade da água, após deliberação do Conselho Estadual de Meio Ambiente ou de órgão colegiado estadual equivalente (BRASIL, 2012b, art. 61-A, § 14).

❖ Lei de Parcelamento do Solo Urbano - Lei Federal nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979)

A Lei Federal nº 6.766/1979 dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. O artigo 2º estabelece que "o parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento, observadas as disposições desta Lei e as das legislações estaduais e municipais pertinentes".

O artigo 2º, § 5º, indica que "a infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação".

No artigo 2º, § 6º, inciso II, o escoamento das águas pluviais é estabelecido como um dos itens mínimos de infraestrutura básica que devem ser considerados em parcelamentos localizados nas zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS).

O artigo 3º, parágrafo único, inciso I, determina que não será permitido o parcelamento do solo "em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas".

No artigo 5º é reforçado que o "Poder Público competente poderá complementarmente exigir, em cada loteamento, a reserva de faixa *non aedificandi*[25] destinada a equipamentos urbanos". Segundo o parágrafo único do artigo 5º, "consideram-se urbanos os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado".

A Lei de Parcelamento do Solo Urbano determina em seu artigo 7º, inciso IV, que a prefeitura municipal indicará "as faixas sanitárias do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais e as faixas não edificáveis" nas plantas do projeto de loteamento apresentadas junto com o requerimento, conforme as diretrizes de planejamento estadual e municipal.

O artigo 9º, § 1º, VI, define que os desenhos de projetos deverão conter pelo menos "a indicação em planta e perfis de todas as linhas de escoamento das águas pluviais".

O artigo 18, V, define que, posteriormente a aprovação do projeto, o loteador deverá submetê-lo ao registro imobiliário em um prazo máximo 180 (cento e oitenta) dias, acompanhado de:

> V - cópia do ato de aprovação do loteamento e comprovante do termo de verificação pela Prefeitura Municipal ou pelo Distrito Federal, da execução das obras exigidas por legislação municipal, que incluirão, no mínimo, a execução das vias de circulação do loteamento, demarcação dos lotes, quadras e logradouros e das obras de escoamento das águas pluviais ou da aprovação de um cronograma, com a duração máxima de quatro anos, acompanhado de competente instrumento de garantia para a execução das obras (BRASIL, 1979, art. 18).

❖ Decreto Estadual nº 44.646/2007, para a "aprovação de projetos de loteamentos e desmembramentos de áreas para fins urbanos pelos municípios" (MINAS GERAIS, 2007)

O artigo 10 define os requisitos para parcelamento que os loteamentos devem atender:

> [...]
>
> II - a infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação;
>
> III - as vias de loteamentos deverão articular-se com as vias adjacentes oficiais, existentes ou projetadas, e harmonizar-se com a topografia local;
>
> IV - a legislação municipal definirá, para cada zona em que se divida o território do município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes, os coeficientes máximos de aproveitamento e a taxa de ocupação (MINAS GERAIS, 2007, art. 10).

[25] Zona onde é proibido qualquer tipo de construção.

Após os trechos citados acima, entende-se que para o eixo do manejo das águas pluviais é necessário criar condições para o aproveitamento das águas pluviais, considerar a integração deste tema com os demais eixos do saneamento e as políticas locais de uso e ocupação do solo, como os equipamentos de infraestrutura básicos para instalação de novas moradias e o perfeito cumprimento às distâncias mínimas permitidas próximas aos cursos d'água.

Ainda neste contexto, após os trechos citados acima, entende-se que para o eixo do manejo das águas pluviais é necessário criar condições para o aproveitamento das águas pluviais, considerar a integração deste tema com os demais eixos do saneamento e as políticas locais de uso e ocupação do solo, como os equipamentos de infraestrutura básicos para instalação de novas moradias e o perfeito cumprimento às distâncias mínimas permitidas próximas aos cursos d'água.

6.3. Análise crítica do plano diretor municipal e plano diretor de drenagem urbana

Dentro do planejamento urbano, o manejo das águas pluviais é considerado como de suma importância. No entanto, diante das limitações financeiras dos municípios, da falta de profissionais capacitados nas prefeituras e até mesmo pela falta de interesse político, em virtude de não serem obras de muita visibilidade, este componente do saneamento básico é tratado de maneira secundária dentro da administração pública. De acordo com Tucci (2002, 2008), os principais problemas conexos ao manejo das águas pluviais estão relacionados à grande concentração populacional em pequenas áreas, ao aumento da periferia das cidades, à urbanização espontânea, à concepção inadequada dos profissionais de engenharia para o planejamento e controle dos sistemas, à falta de legislação específica e de fiscalização, à impermeabilização do solo, à canalização dos mananciais, entre outros.

Neste contexto, o Plano Diretor de Drenagem Urbana e o Plano Diretor Municipal são mecanismos utilizados para orientar o uso e ocupação do solo, bem como controlar a ocupação de áreas sujeitas a riscos e inundações dentro do município. De acordo com Tucci (1997), o Plano Diretor de Drenagem Urbana deve buscar planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, controlar a ocupação de áreas de risco de inundação por meio de restrições nas áreas de alto risco e a convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco.

O município de Caxambu possui o Plano Diretor, e a seguir serão apresentados os principais pontos que abordam temas relacionados ao manejo das águas pluviais.

No Plano Diretor do Município de Caxambu aparecem algumas menções ao manejo das águas pluviais. O artigo 24 itemiza as seguintes maneiras para se conhecer a infraestrutura geral da cidade:

> I - criando, atualizando e mantendo bancos de dados das redes de água, esgoto, águas pluviais, energia, telefone e transporte coletivo;
> II - coordenando as ações das concessionárias. Parágrafo único - São os principais agentes deste processo a Prefeitura e as concessionárias de água e esgoto, energia e telefone.

No artigo 32 relata que:

> assegurar a preservação dos mananciais e a efetiva solução dos problemas de drenagem urbana e esgotamento sanitário das bacias, articulando em nível regional o planejamento das ações de saneamento e dos programas urbanísticos de interesse comum.

No artigo 35 indica que:

> proteger os fundos de vale através da:
> I – manutenção e limpeza do sistema de drenagem, bocas-de-lobo, canalizações, etc.;
> II – construção de parques lineares, mantendo e recuperando as matas ciliares;
> III – organização de programas, campanhas e mutirões de limpeza.
> § 1º– São os principais agentes deste processo a Prefeitura, o CODEMA e o IEF-MG.
> § 2º – Estas são medidas de curto prazo.

Apesar da importância das ações de planejamento para o manejo das águas pluviais, o município de Caxambu não dispõe de Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), faltando, com isso, mecanismos para administrar a infraestrutura relacionada à gestão das águas pluviais urbanas, dos rios e dos córregos de Caxambu. Desta forma, o Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxambu contribuirá para orientar ações a serem tomadas para mitigar os problemas provenientes do manejo inadequado das águas pluviais, afinal, o Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxambu passará a ser o instrumento de gestão do saneamento básico no município.

6.4. Descrição geral dos serviços de manejo de águas pluviais

Como foi possível observar no mapa da hidrografia de Caxambu, apresentado na Figura 18, há duas microbacias hidrográficas de maior relevância para o município, em razão da distribuição da população caxambuense no território: a Microbacia do Ribeirão Bengo e a Microbacia do Ribeirão de João Pedro. Sendo assim, o presente tópico explora a situação de drenagem e manejo das águas pluviais nessas duas microbacias.

A coleta de informações para elaboração do presente item buscou compreender como são desenvolvidas as atividades de prestação dos serviços por parte da Prefeitura Municipal e quais são as estruturas disponíveis no município para execução desses serviços[26]. Assim, a descrição dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais foi pautada na coleta de informações por meio de:

- Análise de leis e outros documentos da Prefeitura Municipal de Caxambu;
- Análise do conteúdo do Diagnóstico de Drenagem Pluvial do Município de Caxambu, elaborado pela COPASA e publicado em julho de 2018;
- Reuniões com representantes das Secretarias Municipais de Obras, Transporte e Serviços Urbanos e de Planejamento e Desenvolvimento;
- Conversas com representantes da COPASA;
- Registro fotográfico das estruturas de drenagem das águas pluviais e entrevistas individuais com representantes da população realizados nos dias 26 e 27 de março de 2021 pela Equipe UMFG/Projeto SanBas com auxílio da Prefeitura Municipal.

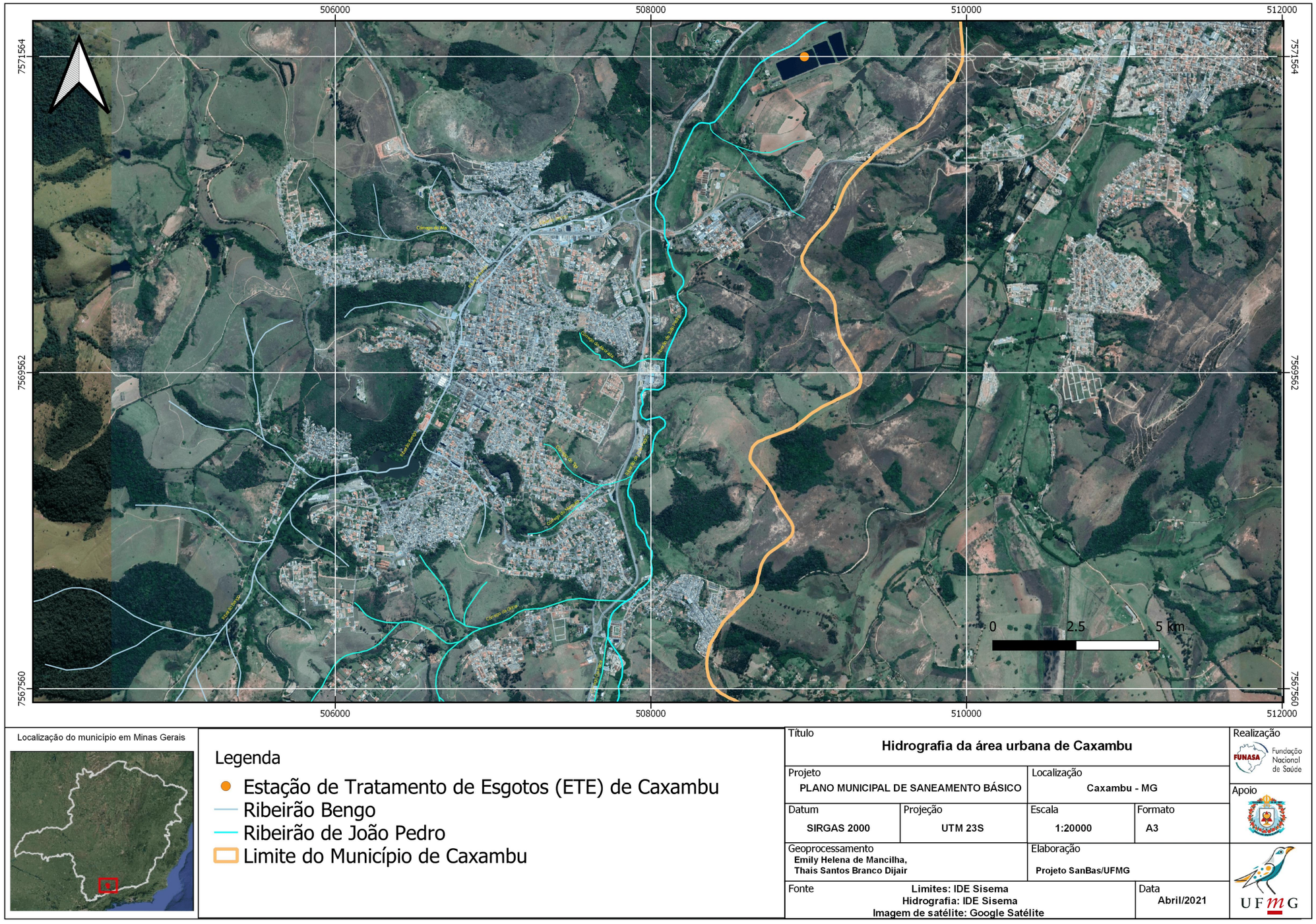
Uma aproximação da hidrografia de Caxambu com vista aérea sobre a área urbana de Caxambu está apresentada na Figura 76, onde se observa o curso d'água do Ribeirão Bengo na faixa vertical oeste e o Ribeirão de João Pedro na faixa vertical leste. Dessa vista aérea, vale mencionar a formação de relevo de dois divisores de água:

- Um divisor de águas formando uma linha vertical entre os dois Ribeirões, de modo que o sentido da drenagem pluvial na área urbana apresenta um escoamento de alguns bairros direcionados para oeste (no Bengo) e outros para leste (no João Pedro); e
- Outro divisor de águas formando uma linha horizontal ao sul da área urbana que direciona a drenagem pluvial para o Córrego da Glória, que, por sua vez, deságua no Ribeirão de João Pedro.

[26] Isto porque, de acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico, os serviços públicos de drenagem e manejo das águas pluviais compreendem o conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

Os subitens do presente tópico exploram cada uma das microbacias supramencionadas e discutem o direcionamento da drenagem pluvial, relacionando-o com questões de alagamentos e inundações.

Figura 76 – Hidrografia da área urbana de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas, 2021

No tocante às estruturas de drenagem das águas pluviais, de acordo com o Diagnóstico de Drenagem Pluvial (elaborado pela Copasa em 2018), Caxambu possui 90% de cobertura pavimentada – sendo essa composta de 50% asfalto, 30% bloquetes sextavados e briquetes, 10% em concreto e 10% em paralelepípedo. O município possui uma extensão de 18.869 metros de redes coletoras de águas pluviais em diversos diâmetros, em tubulações em concreto armado e galerias de pedras.

De maneira geral, o trabalho de campo realizado pela Equipe UFMG/Projeto SanBas permitiu observar que os problemas relacionados às águas pluviais em Caxambu têm causa não só no aumento natural de vazão do Ribeirão Bengo e do Ribeirão de João Pedro, mas também no represamento das águas pluviais em algumas áreas do território urbano. Assim sendo, o município registra ocorrências de inundações e alagamentos, mas também deslizamentos de terra e outros processos erosivos os quais, provavelmente, estão relacionados com o atual dimensionamento do sistema de drenagem pluvial.

Compreendeu-se, ainda, que entre as possíveis causas dos eventos de inundações estão a canalização de trechos dos Ribeirões e o dimensionamento dessas estruturas, que provocam o estrangulamento da área da sessão transversal do curso d´água e diminuição da capacidade de vazão. E, entre as possíveis causas dos eventos de alagamentos, destaca-se a deficiência e/ou ausência de estruturas de drenagem pluvial para favorecer o escoamento e/ou a infiltração das águas de chuva. Além disso, entende-se que a pavimentação de 90% da cobertura urbana potencializa a ocorrência de inundações e alagamentos, porque a maior parte do material de pavimentação não favorece a infiltração das águas pluviais no solo (cobertura asfáltica).

A situação da drenagem pluvial nas Microbacias do Ribeirão Bengo e do Ribeirão de João Pedro está melhor descrita nos itens a seguir.

6.4.1. Serviços de drenagem e manejo das águas pluviais: Microbacia do Ribeirão Bengo

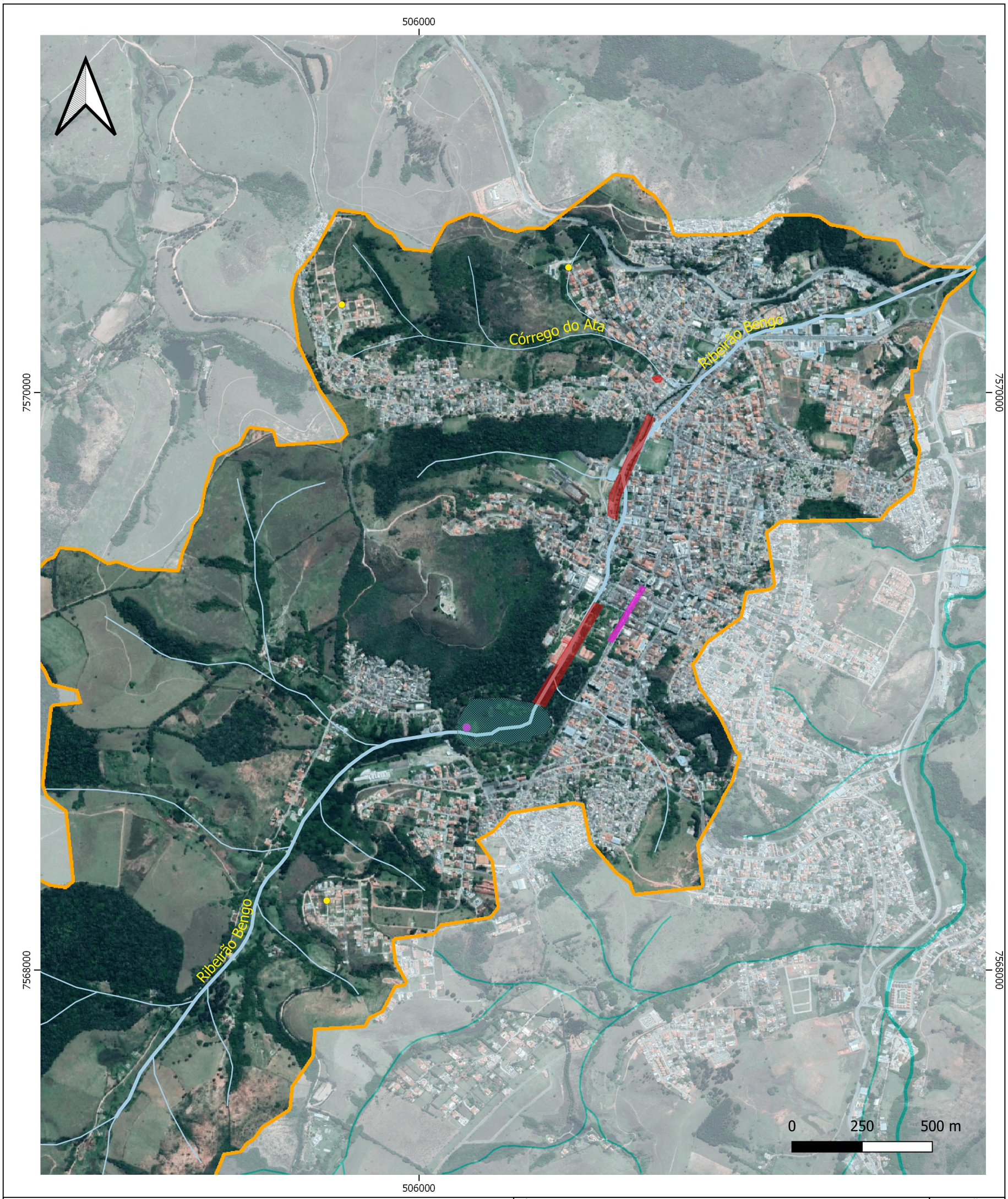
De acordo com a Prefeitura Municipal, as obras de canalização do Ribeirão Bengo foram concluídas entre os anos de 1983 e 1984, prática comum que vigorava como pensamento da engenharia hidráulica daquele tempo. A geometria da sessão transversal do canal é retangular e não há inclinação com relação ao solo, o que não favorece o ganho de velocidade para a vazão em dias de chuva.

No ano de 1980, Caxambu possuía 16.867 habitantes, com 96% da população residente em área urbana[27]. Não foram encontradas informações sobre a proporção de pavimentação ou da área de urbanização do município nessa época, mas, atualmente, é notável que o Ribeirão Bengo não tem capacidade para suportar a vazão de escoamento pluvial, ocasionando inundações sazonais em alguns trechos da área urbana.

A maior parte da Microbacia do Ribeirão Bengo abrange a área urbana de Caxambu (Figura 77). O Ribeirão Bengo tem nascentes no Bairro Mombaça (porção rural sul de Caxambu), avança em paralelo à Avenida José Ferreira Leite margeando os Bairros Jardim das Nações e Vista Alegre, passa em frente ao Centro de Convenções de Caxambu (abaixo do Bairro Bosque), acessa ao Lago do Parque das Águas e, ao atravessar a área do Parque, atravessa canalizado a diagonal da Praça Dezesseis de Setembro no Centro, e segue canalizado pela Avenida Ápio Cardoso – desde a altura do Loteamento Parque dos Ipês margeando os Bairros Centro, Trançador e Santa Rita – assim como segue canalizado pela Avenida Gabriel Alves Fernandes abaixo do Bairro Santa Rita, até sua foz no Ribeirão de João Pedro, a cerca de 200 m após o Trevo da Rodovia BR-267.

[27] Informação obtida em DATASUS Tecnologia da Informação a Serviço do SUS: População Residente em Minas Gerais, tendo Censo Demográfico do IBGE como fonte de dados. Disponível para consulta online em [http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/popmg.def]. Acessado em 30/04/2021

Figura 77 – Recorte da Microbacia do Ribeirão Bengo sobre a área urbana de Caxambu



Fonte: Projeto SanBas, 2021

Ao longo do curso, o Bengo recebe contribuição de águas fluviais de 20 nascentes, destacando-se o Córrego do Ata. A maior parte do Córrego atravessa o Bairro Trançador, onde estão localizadas suas quatro nascentes, mas, antes da foz no Ribeirão Bengo, o curso d´água atravessa pequena fração do Bairro Santa Rita. Esse é o único Córrego da área urbana na microbacia do Bengo, sendo que a maior parte da drenagem pluvial oriunda dos bairros escoa diretamente no Ribeirão, como apresenta a Tabela 73.

Tabela 73 – Relação de bairros com contribuição de drenagem pluvial por curso d'água, na microbacia do Ribeirão Bengo

Microbacia Hidrográfica	Cursos d'água	Bairros com contribuição de drenagem pluvial	Ocorrência de inundações e/ou alagamentos
Ribeirão Bengo	**Ribeirão Bengo** (curso d'água principal)	· Jardim das Nações · Vista Alegre · Cascatinha · Santa Tereza · Federal · Observatório · Centro · Santa Cruz · Parque dos Ipês · Trançador · Jardim Alice · Loteamento Jardim Alice II · Santa Rita · Alto Santa Rita · Santa Cruz · São Januário · Porção sudoeste do bairro Trançador	· Centro
	Córrego do Ata (afluente de margem esquerda)	· Trançador · Jardim Alice · Jardim Alice II · Santa Rita	· Jardim Alice · Santa Rita

Fonte: Projeto SanBas, 2021; Prefeitura Municipal de Caxambu, 2021

As imagens capturadas no registro fotográfico das estruturas de drenagem pluvial estão organizadas e apresentadas no sentido do fluxo do Ribeirão – desde o ponto de entrada no Lago do Parque das Águas até um ponto à montante da foz – juntamente com registros de relatos de moradores locais entrevistados e representantes da Prefeitura Municipal.

Assim que o Ribeirão Bengo alcança a área urbana de Caxambu, recebe a drenagem pluvial dos Bairros Jardim das Nações e Vista Alegre. Nesses bairros foram observados lotes em

obras com solo exposto a erosão pluvial e sinais de ruptura do pavimento das ruas, como ilustram as Figura 78, Figura 79 e Figura 80.

Figura 78 – Estrutura de drenagem pluvial em lote e sinais de ruptura do pavimento na Rua México, Bairro Jardim das Nações

Figura 79 – Estrutura de drenagem pluvial em lote e sinais de ruptura do pavimento na Rua Portugal, Bairro Jardim das Nações

Figura 80 – Erosão e ruptura de pavimento em ruas do Bairro Jardim das Nações

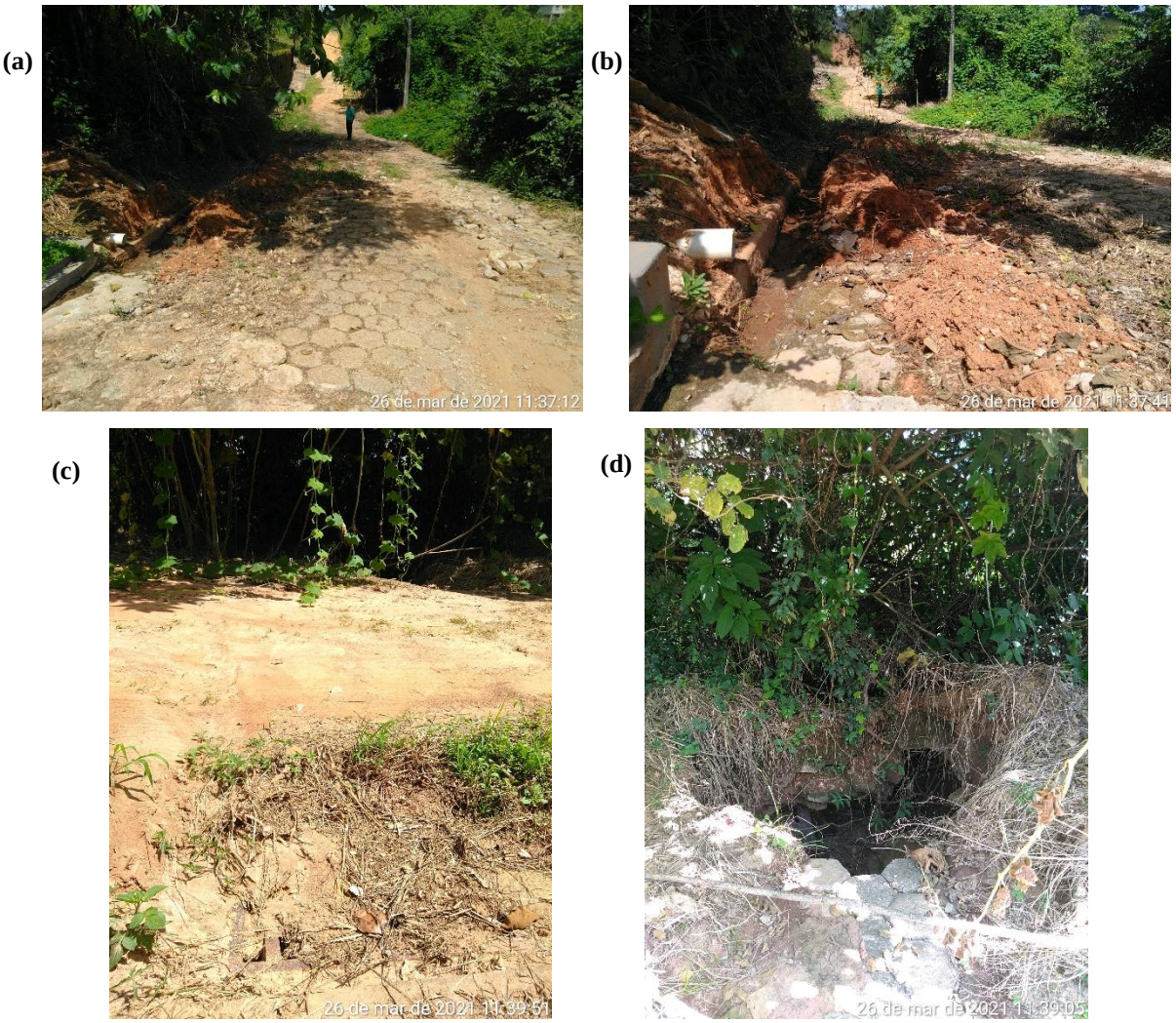
Considerando a hipótese de que os sinais de ruptura do pavimento são efeitos da ação das chuvas[28], pode-se inferir que a força do escoamento das águas pluviais é também capaz de erodir o solo exposto nos lotes em obras e transportar sedimentos até as bocas de lobo e galerias de drenagem pluvial – o que pode contribuir para o assoreamento da calha do Ribeirão Bengo. Os sinais de ruptura do pavimento indicam, ainda, que nessas ruas a drenagem superficial não seja uma solução adequada. As cenas apresentadas nas Figura 78 e Figura 79 são um exemplo de outras situações semelhantes encontradas no município de Caxambu que reforçam a importância e a necessidade de a Prefeitura Municipal alinhar as ações da política de uso e ocupação do solo e das regras sobre obras e posturas com as ações de saneamento básico.

Outro fator que pode contribuir para fenômenos consecutivos de erosão, transporte de sedimentos, assoreamento de cursos d'água e/ou deslizamento de terra é a falta de manutenção das estruturas de microdrenagem, como observado na Rua Francisco Lopes

[28] Pode-se considerar também que a obra de pavimentação não levou em conta o trânsito de veículos pesados que ocorre devido às atividades de construção civil que têm se desenvolvido nessa localidade. Isto, porém, não exclui o efeito da ação das águas pluviais sobre o pavimento.

(Figura 81). Essa rua apresenta um declive acentuado, o que dá ganho de velocidade ao escoamento superficial das águas de chuva. Além disso, a via pública recebe as águas pluviais drenadas em cada domicílio, o que aumenta a vazão do escoamento superficial na rua. Assim, é possível que a erosão fotografada nessa rua seja um resultado ação de chuvas.

Figura 81 – Estrutura de drenagem pluvial na Rua Francisco Lopes, Bairro Vista Alegre



(a) saída da tubulação da drenagem pluvial do domicílio para escoamento superficial no logradouro; (b) acúmulo de terra e folhas secas na saída da drenagem pluvial do domicílio; (c) boca de lobo coberta por terra ao lado oposto da rua; (d) processo erosivo avançado apresentando perda de solo e pavimento da via pública.

O grau de erosão e a cobertura da boca de lobo por terra registrados na Figura 81 evidenciam a falta de manutenção das estruturas de drenagem pluvial, mas também são um indicativo da falta de planejamento do serviço público, pois a drenagem tal como se observa nessa localidade não é a mais apropriada para garantir a preservação do solo e da via pública.

No tema da integralidade do saneamento básico, tem-se que a manutenção das estruturas de drenagem está relacionada com os serviços de esgotamento sanitário e os serviços de limpeza

pública. Exemplos dessa relação são obstrução de bocas de lobo e galerias, e degradação de margens de rios por acúmulo de resíduos sólidos; vazamento de esgotos sanitários no curso d'água devido a rompimento de interceptor.

Na área urbana de Caxambu, há interceptores de esgotos sanitários em operação ao longo de todo o trajeto do Ribeirão Bengo e do Córrego do Ata, de acordo com a Copasa. Por isso, é importante que ações de manutenção preventiva e/ou corretiva das estruturas naturais de macrodrenagem estejam programadas em concomitância com aquelas de esgotamento sanitário, bem como com as ações de limpeza de margens, poda e capina. Logo à entrada das águas do Bengo no território do Parque das Águas é possível visualizar as estruturas de esgotamento sanitário (Figura 82).

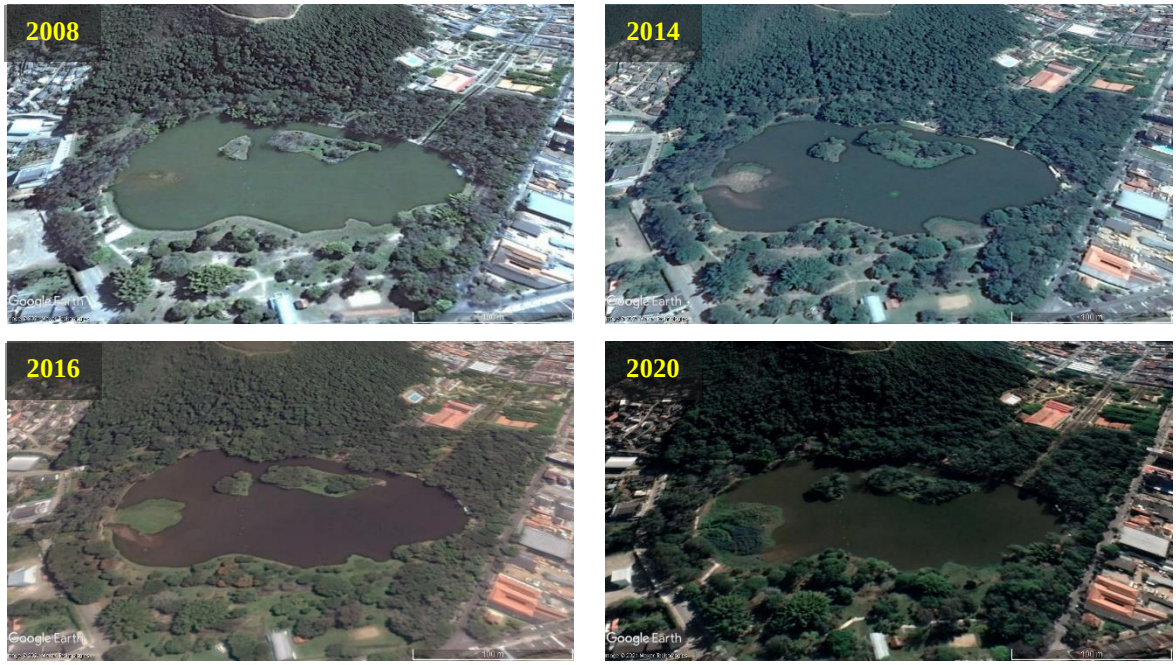
Figura 82 – Ribeirão Bengo sob ponte à montante do Lago do Parque das Águas, à entrada do Bairro Bosque

Um morador do Bairro Bosque relatou em entrevista que na rua fotografada na Figura 82 ocorrem inundações pelo transbordamento do Ribeirão Bengo.

Esse ponto do Ribeirão Bengo apresenta uma peculiaridade com relação ao transporte de sedimentos. O Lago do Parque das Águas é um reservatório artificial escavado, cujo volume a gestão do Parque não soube informar, por falta de informações de monitoramento do reservatório. Além do efeito paisagístico no Parque, o Lago funciona como estrutura de contenção da vazão do Ribeirão Bengo. Com isso, eventualmente seriam necessárias intervenções no reservatório com o objetivo de prevenir assoreamento devido ao depósito de

sedimentos naturalmente transportados pelo Ribeirão. Porém, as imagens de satélite apresentadas na Figura 83 evidenciam o surgimento de uma ilha no ponto de entrada das águas na Lagoa onde atualmente se consolidou vegetação.

Figura 83 – Formação de depósito de sedimentos na entrada do Lago do Parque das Águas, 2008 a 2020



Fonte: Google Earth, 2021

Um representante do Parque das Águas informou em entrevista que um dos maiores problemas para a gestão do parque advém das inundações do Ribeirão Bengo. De acordo com o entrevistado, quando o Bengo transborda, há fontanários que se alagam, sendo a Fonte Ernestina Guedes a mais comumente atingida. Nessas ocasiões, a limpeza dos fontanários é feita o mais rápido possível, mas esses são mantidos interditados por até quinze dias para que seja realizada a análise das águas e seja comprovada a ausência de contaminação por coliformes totais. O representante entrevistado relatou ainda que essas circunstâncias ocasionam conflito com a população que não tolera a interdição dos fontanários, mas que todos os funcionários são orientados a dar explicações para a população. Como a coleta de água mineral dos fontanários é uma prática cultural da população caxambuense, então as inundações do Ribeirão Bengo afetam também o abastecimento de água para consumo humano. O representante do Parque das Águas esclareceu que alguns dos fontanários são atingidos não só pela inundação do Ribeirão Bengo, mas também pelo alagamento que acontece na Avenida Camilo Soares, no trecho próximo ao Hotel Glória. Nessa avenida, o trânsito de veículos sobre o alagamento provoca o lançamento das águas de chuva sobre o Parque, até alcançar fontanários.

Com relação ao assoreamento do Lago do Parque das Águas, o representante entrevistado acrescentou que não só o Lago, mas também toda a extensão do Ribeirão que atravessa o Parque apresenta assoreamento (Figura 84).

Figura 84 – Ribeirão Bengo, Parque das Águas de Caxambu

O representante do Parque relatou que houve uma ação de manutenção por parte da gestão do Parque em conjunto com a Prefeitura Municipal para retirada de material sedimentado na calha do Bengo em um ponto da portaria do Parque das Águas, com a utilização do equipamento hidro jato cedido pela Copasa. Apesar disso, a gestão do Parque realiza operações de limpeza do canal do Bengo trimestralmente, o que resulta na retirada de sedimentos numa quantidade tal suficiente para preencher uma caçamba. O material recolhido é coletado e destinado pela empresa privada JCA, que mantém área de destinação ambientalmente adequada de resíduos inertes em Caxambu.

Além do assoreamento do Lago, soma-se o lançamento de esgotos sanitários brutos de domicílios localizados na área rural do Bairro Cascatinha, à montante do Bairro Bosque. Essa parte do bairro, por ser considerada área rural, não é atendida pela Copasa (porque o acordo de prestação de serviços com o município se limita às áreas urbanas). Conforme informações repassadas, os esgotos domésticos de cerca de dez domicílios são lançados em um pequeno

curso d'água que deságua no Ribeirão Bengo. Entre o chareacamento Cascatinha e Bosque, há área conhecida como São Cristóvão (na porção à montante – topo de morro), onde um morador entrevistado contou que quando chove se forma uma "enxurrada desde um morro acima" que escoa pela rua de terra batida, até alcançar o Ribeirão Bengo. Ele informou, ainda, que a Prefeitura Municipal pretende calçar a rua até o chacreamento Cascatinha e reativar o Horto. Com o relato, é possível afirmar que a drenagem superficial na região Cascatinha / São Cristóvão a drenagem superficial potencialize a erosão pluvial das vias de terra.

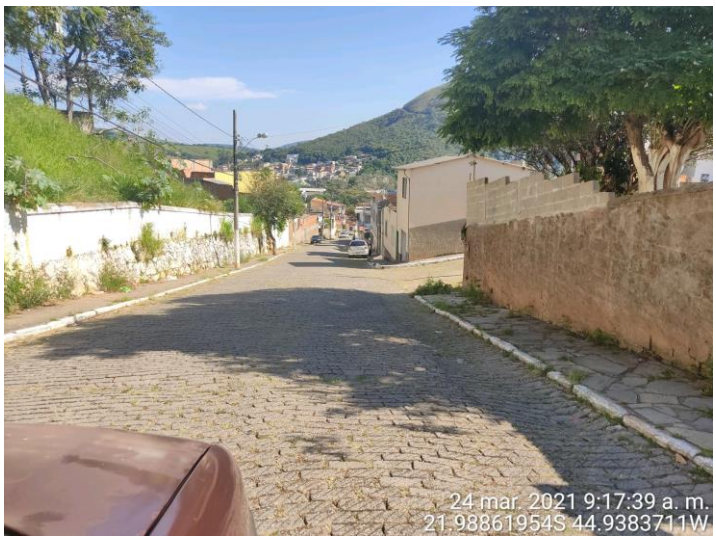
Além disso, de acordo com a Copasa, no Bairro Bosque há cerca de quatro residências, localizadas no Beco Cinco, construídas em linha no sentido ortogonal ao logradouro que possuem um sistema condominial de coleta de esgotos (ramal coletivo interno) conectado na rede coletora do bairro. Porém, um funcionário da Companhia explicou que o proprietário do primeiro domicílio junto ao logradouro interrompeu a passagem dos esgotos dos lotes anteriores a cerca de dois anos. Não havendo alternativa para acesso à rede coletora, o esgoto bruto dessas residências tem sido lançado na encosta, num ponto a cerca de 100 m do Lago do Parque das Águas[29]. O funcionário da Copasa acrescentou que há cerca de dois anos, quando a Companhia tomou conhecimento da situação, tentou-se estabelecer diálogo com os moradores para encontrar uma solução, mas sem êxito. Naquele período, a Prefeitura Municipal estava ciente, bem como a Câmara dos Vereadores, mas as autoridades municipais não deram continuidade ao diálogo para solucionar o caso. Considerando esse lançamento de esgotos brutos na região anterior ao Lago do Parque das Águas, é possível afirmar que eventos de transbordamento das águas do Ribeirão Bengo vulnerabilizam a população no tocante à transmissão de doenças veiculadas por esgotos domésticos. Nesse sentido, tem-se que a inadequação do esgotamento sanitário intensifica os problemas de drenagem das águas pluviais com os eventos de inundações.

Ainda na altura do Lago do Parque das Águas, o Ribeirão Bengo recebe a drenagem pluvial do Bairro Santa Tereza. A situação do serviço nesse bairro foi relatada em entrevista por um morador. Ele afirmou que há poucas bocas de lobo e as que existem estão entupidas. Na ocasião de chuvas, uma "grande correnteza se forma desde a creche do Santa Tereza carregando lixos (garrafa PET, papel, latas, entre outros) até a rodoviária, pela rua do Fluminense" (Figura 85). Outra parte do escoamento pluvial "vai até o Centro (pela outra

[29] Distância estimada com auxílio de ferramentas de linha do Google Earth.

descida do Santa Tereza) e chega até o Hotel União". Na visão do morador, o bairro não possui estrutura adequada de drenagem pluvial, porque "casas foram sendo construídas sem respeitar nenhum espaçamento de calçadas". Ele chamou a atenção para a reduzida atuação da fiscalização de obras e da fiscalização de posturas por parte da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos, porque muitas obras de construção civil são iniciadas e concluídas pelos moradores, sem informar a Prefeitura Municipal e, muitas vezes, não são respeitadas as regras de construção e entulhos são descartados no bairro de maneira inadequada. O morador acredita que ações de educação ambiental nas escolas, principalmente com as crianças, têm um potencial importante para mudar o comportamento da população para uma conduta mais adequada de cuidado com o bairro.

Figura 85 – Rua José Juvêncio Sacramento, por onde passa a drenagem superficial de parte das águas de chuva do Bairro Santa Tereza até a Rodoviária

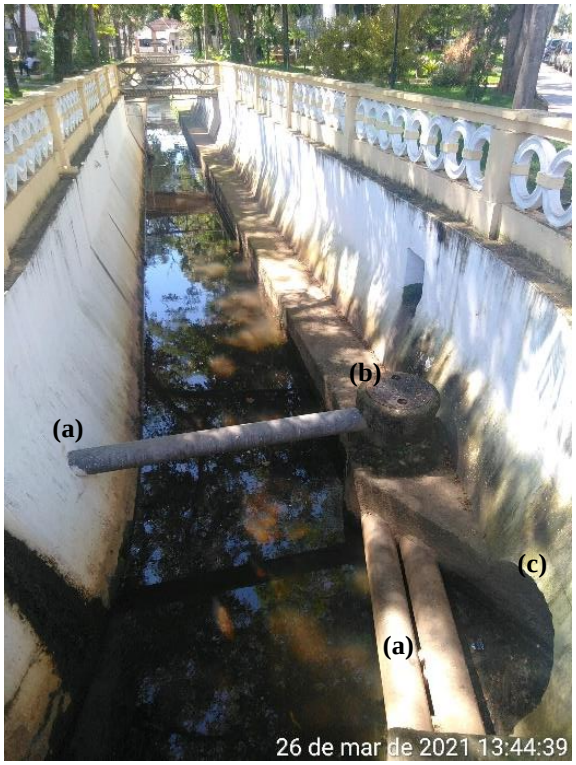


Seguindo o registro fotográfico das estruturas de drenagem pluvial na microbacia, a Figura 86 apresenta o Ribeirão Bengo atravessando a Praça 16 de Setembro. Nesse trecho é possível observar um poço de visita e o interceptor de esgotos, bem como a saída da galeria de drenagem pluvial. O volume de água observado corresponde a vazão média do curso d'água, mas o município registra transbordamento das águas, o que pode acontecer a depender do índice pluviométrico em épocas de chuva.

Esse trecho canalizado do Bengo, desde a Praça Dezesseis de Setembro, passando pela Avenida Ápio Cardoso, até o ponto da foz apresenta pontos de acúmulo de sedimento com crescimento de vegetação aquática. Com relação à massa de sedimento depositado, não é possível afirmar se esse é um fenômeno natural do Ribeirão, mas representantes do Parque

das Águas relataram que a presença desses montes de terra ao longo do canal dificulta o fluxo e o escoamento das águas.

Figura 86 – Trecho canalizado do Ribeirão Bengo na Praça 16 de Setembro, Sede Urbana, com vista para interceptor de esgotos sanitários e galeria de drenagem de águas pluviais



(a) interceptores da rede coletora de esgotos sanitários; (b) poço de visita da rede coletora de esgotos sanitários; (c) saída da galeria de drenagem das águas pluviais

Com relação aos períodos de chuva, a microbacia do Bengo apresenta fragilidades que ocasionam inundações e alagamentos. Os principais trechos afetados estão localizados no Centro, na região situada entre o Hotel Glória, na Avenida Camilo de Brito, e o calçadão na Rua João Pinheiro – onde ocorrem alagamentos causados pelo represamento das águas pluviais, e no trecho ao longo da Avenida Ápio Cardoso, onde ocorrem inundações do Ribeirão Bengo.

A Figura 87 mostra fotografias feitas por caxambuenses e veiculadas nas mídias sociais. Os registros mostram a intensidade da vazão de escoamento que comumente ocorre na Rua João Pinheiro. Pelo relato dos entrevistados foi possível compreender que isto se deve às limitações do sistema de drenagem. Naturalmente, essa região do Bairro Centro é zona de acúmulo de águas pluviais, mas o sistema de drenagem não é suficiente para captar e transportar as águas até o Ribeirão. Por isso, observa-se nos eventos de alagamento o retorno das águas nos bueiros.

Figura 87 – Registros fotográficos de alagamento na Rua João Pinheiro, Bairro Centro, durante chuva em meados de janeiro de 2021

(a) **(b)**

(a) registro fotográfico da Rua João Pinheiro, esquina com Avenida Camilo Soares; (b) avanço das águas pluviais sobre a calçada do estabelecimento, localizado na mesma esquina fotografada.

Fonte: Domínio público - imagens veiculadas na internet pela população caxambuense, 2021

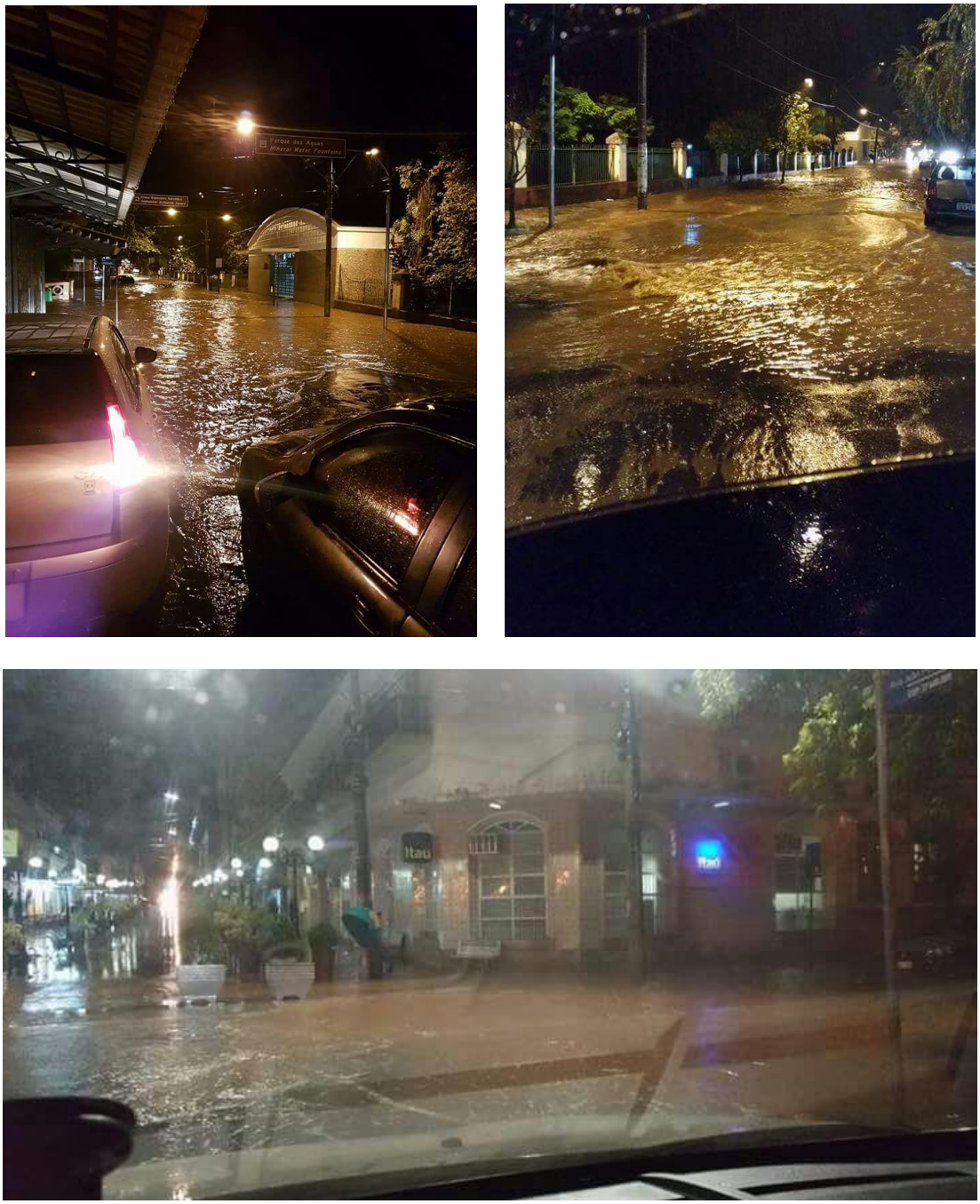
Em entrevista, um morador próximo do Calçadão no Bairro Centro relatou que "é recorrente nos bueiros do Calçadão, após qualquer tipo de chuva, as pessoas possam sentir um mau cheiro". O entrevistado afirmou que não observa limpeza dos bueiros a mais de quatro anos. Esse relato é um indicativo de conexões da rede de drenagem pluvial na rede coletora de esgotos. Sabe-se que, em geral, a tubulação de coleta de esgotos é implantada em cota abaixo da tubulação de drenagem pluvial. Assim, quando ocorrem as chuvas, e se há conexões entre essas tubulações, acontece uma mistura da água pluvial com os esgotos. Sendo a vazão dessa mistura maior que a capacidade de transporte da rede coletora de esgotos, então a rede de drenagem pluvial passa a transportar também esgotos. Com a redução ou paralisação da chuva, é possível que parte dos esgotos fique estagnada na tubulação de drenagem pluvial. Então, a proliferação de microrganismos dos esgotos ali parados gera gás com maus odores que exala pelos bueiros e é percebido pela população. Representantes da Copasa corroboram

com a hipótese de conexões da rede de drenagem na rede coletora de esgotos, e afirmam que, durante as chuvas, há um aumento significativo da vazão de esgotos observada na entrada da Estação de Tratamento de Esgotos. Os operadores da Copasa acreditam que com a entrada de águas pluviais na rede coletora de esgotos, essa rede passa a operar com sessão plena, e o regime de vazão passa de conduto livre[30] para conduto forçado, o que aumenta a pressão nas tubulações e ocasiona fissuras e/ou rompimentos em alguns trechos formados por material cerâmico, onde a Companhia atua para fazer reparos periódicos. A solução desse tipo de situação requer um trabalho conjunto entre a prestadora de serviços de esgotamento sanitário e a Prefeitura Municipal, que é prestadora dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais.

Outros entrevistados moradores do Centro de Caxambu relataram alagamentos que alcançam a altura do Hotel Bragança, localizado na Rua Antônio Miguel Arnaut (esquina com Rua João Carlos) paralelo à Avenida Camilo Soares. Esse relato indica que os alagamentos podem alcançar uma faixa de duas a três ruas paralelas no Centro. Outro morador entrevistado forneceu as fotografias da Avenida Camilo Soares exibidas na Figura 88.

[30] Em termos práticos, conduto livre é a situação em que a tubulação não está completamente preenchida com esgotos. Ao contrário, conduto forçado é a situação em que a tubulação está completamente preenchida com esgotos, o que significa que as águas pressionam as paredes de toda a sessão circular da tubulação. Cabe mencionar que, em termos de engenharia, a rede coletora de esgotos é sempre projetada para operar em conduto livre e que o material cerâmico – principalmente no caso de Caxambu onde as manilhas de cerâmica foram implantadas em meados de 1950 – apresenta fragilidades que não suportam o aumento de pressão, o que favorece a geração de fissuras e até rupturas.

Figura 88 – Registros fotográficos de alagamentos na Rua João Carlos durante chuvas em meados de 2018 e 2019



Fonte: imagens cedidas por um caxambuense entrevistado, 2021

Em entrevista, um representante do Hotel Glória afirmou que em dias de chuva, o nível d'água pode "encobrir rapidamente gramado do Hotel" e traz uma "grande quantidade de barro". De acordo com o entrevistado, essas ocasiões são comuns, sendo que é necessária a retirada dos veículos estacionados no local e não é possível transitar a pé. Ele observa que o alagamento é formado pelo escoamento de águas de ruas acima do Hotel, mas também de águas que vêm do Parque (pelo transbordamento do Ribeirão Bengo). Esse relato reforça,

ainda, a ocorrência de mais de um ponto de erosão pluvial e transporte de sedimentos em volta da área do Centro, já que os funcionários do Hotel fazem a limpeza do local e retirada do barro que se acumula após as chuvas e o morador do Parque dos Ipês – na outra margem do Bengo – afirmou sobre a cor avermelhada das águas pluviais. A Figura 89 apresenta uma captura de imagem do Google Maps, para facilitar a visualização do volume de águas que podem ser represadas em frente ao Hotel Glória, alcançando até a portaria por sobre o gramado.

Figura 89 – Faixada do Hotel Glória, Avenida Camilo Soares

Fonte: captura de imagens de out/2011 – Google Maps, 2021

Ainda que o sistema de drenagem pluvial fosse suficiente para afastar o escoamento das águas pluviais até o Ribeirão e evitar alagamentos, está claro que a geometria da calha do Bengo não foi suficientemente projetada para suportar a vazão de contribuição de águas pluviais, o que acarreta o transbordamento do canal. Moradores entrevistados relataram que a maior parte do escoamento pluvial que se represa na Avenida Camilo Soares vem do Bairro Observatório com ênfase na Rua João Pinheiro, onde se formam correntezas de águas pluviais. Os relatos indicam insuficiência do sistema de drenagem pluvial, já que há bocas de lobo na referida Avenida (Figura 90).

Figura 90 – Boca de lobo na Avenida Camilo Soares

Aparentemente, a região envolta do Parque das Águas era área natural de várzea e enchente do Ribeirão Bengo, mas o processo de urbanização do município de Caxambu avançou sobre as margens do Ribeirão. O registro de maior intensidade de inundação no município data do ano de 2000, quando a região da Serra da Mantiqueira experimentou eventos de inundação em muitos dos seus municípios. Porém, a população caxambuense convive com situações de inundação em menor intensidade periodicamente, sendo que as águas do Bengo ocupam todo o trecho por onde passa a Avenida Ápio Cardoso, como ilustra a Figura 91.

Figura 91 – Registros fotográficos do Ribeirão Bengo na Avenida Ápio Cardoso, Bairro Centro, durante chuva em meados de janeiro de 2021

Fonte: Domínio público - imagens veiculadas na internet pela população caxambuense, 2021

Observa-se na Figura 91 que as águas apresentam um tom marrom-avermelhado, o que sugere alta concentração de sólidos provavelmente erodidos e transportados pela ação das chuvas em áreas mais altas. Essa tonalidade das águas, diferente do comum para o Ribeirão Bengo, foi mencionada por um morador do Bairro Parque dos Ipês, que relatou que em dias de chuvas fortes forma-se uma "grande correnteza de água de cor avermelhada vinda do Morro Caxambu". Os registros fotográficos acima e o relato do morador são indicativos da ocorrência de erosão pluvial que devem ser verificados pela Prefeitura Municipal no sentido de promover as ações necessárias para contenção e preservação de topos de morro, taludes e outras áreas onde há solo exposto vulnerável à deslizamentos de terra.

Parte das águas pluviais drenadas para o Ribeirão Bengo nesse trecho da Avenida Ápio Cardoso vem de bairros da margem direita, localizados em cota superior. É o caso do Bairro Santa Cruz, de onde um morador relatou que "as galerias de drenagem pluvial do bairro, em maioria, estão entupidas por areia e entulho" e "normalmente a água da chuva desce forte e em grande quantidade carregando todos os resíduos que se encontram na rua em direção ao Centro". Esse relato reforça que a situação de integralidade relativa aos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública e drenagem pluvial é sensível para o município de Caxambu e notável pela condição das estruturas de drenagem e do potencial de erosão pluvial nas margens de cursos d'água. A situação da gestão de resíduos sólidos está melhor descrita no item 7 do presente documento.

A análise do registro fotográfico e dos relatos da população indicam insuficiência da rede de drenagem e da capacidade de transporte do canal do Ribeirão. Assim sendo, recomenda-se que além da revisão do sistema de drenagem pluvial, a situação requer a implantação de soluções de manejo das águas pluviais baseadas em tecnologias que favoreçam a infiltração das águas no solo e também propiciem o armazenamento temporário (contenção) das águas para controle da vazão de escoamento pluvial. Esse tipo de solução baseada na natureza estará indicado no Prognóstico do Saneamento Básico (Produto D do PMSB) como uma das alternativas tecnológicas para compor a solução de saneamento básico de Caxambu.

Seguindo o registro fotográfico das estruturas de drenagem pluvial na microbacia, a Figura 92 apresenta uma vista panorâmica do Bairro Trançador e do loteamento Jardim Alice II, os quais estão localizados na margem esquerda do Ribeirão Bengo onde nasce o Córrego do Ata, afluente do Bengo.

Figura 92 – Vista panorâmica do Bairro Trançador e do loteamento Jardim Alice II

Pelas entrevistas com moradores locais, foi possível compreender que há uma possível relação entre o transporte de sedimentos do Córrego do Ata e empreendimentos de construção civil próximos ao Bairro Trançador, no loteamento Jardim Alice II e no loteamento Jardim Paulo Maia – ilustrado na Figura 93. Durante o trabalho de campo, observou-se que algumas ruas do Jardim Paulo Maia não possuem pavimentação, o que pode favorecer a erosão pela ação das chuvas e o transporte de sedimentos até o Córrego do Ata, que tem foz no Ribeirão Bengo.

Figura 93 – Vista panorâmica loteamento Jardim Paulo Maia

A linha amarela indica os limites territoriais do loteamento Jardim Paulo Maia.

Diferente do Ribeirão Bengo, a maior parte do Córrego do Ata não está canalizada. Mas, apresenta trechos onde as casas foram construídas sem respeitar a faixa de margem para o curso d'água, que parece atravessar corredores entre as residências. A Figura 94 mostra o primeiro registro do Córrego do Ata durante o trabalho de campo da Equipe UFMG/Projeto SanBas, no Bairro Jardim Alice. Nas imagens observa-se uma boca de lobo que direciona o escoamento pluvial até o Córrego.

Figura 94 – Córrego do Ata e estrutura de drenagem pluvial na Rua Yolanda de Azevedo Arantes, Bairro Jardim Alice

A situação do serviço de drenagem e manejo das águas pluviais no bairro (da Figura 94) foi relatada em entrevista por uma moradora. Ela informou que se forma uma "enxurrada no passeio quando há muita chuva". Ela indicou, ainda, que há um ponto de alagamento na Rua Alice Junqueira onde a Prefeitura Municipal interveio com algumas obras que "melhoraram a questão da drenagem".

O próximo registro do Córrego do Ata à jusante do Bairro Jardim Alice está apresentado na Figura 95. Durante o registro fotográfico desse trecho do Córrego, foi possível entrevistar um morador vizinho do curso d'água. Da entrevista, destacaram-se os seguintes relatos:

- O próprio morador realiza quinzenalmente a capina do trecho fotografado do Córrego para manter a limpeza e evitar a proliferação de escorpiões;
- Em geral, a Prefeitura Municipal realiza serviços de poda e capina semestralmente para limpeza do canal, sendo que, após a conclusão do serviço, os funcionários descartam os resíduos verdes na margem do curso d'água, acarretando em obstrução do escoamento das águas e proliferação de insetos;
- Após chuvas, acumulam-se resíduos verdes[31] e resíduos sólidos urbanos abaixo da ponte da Rua Palmiro Moreira, já tendo sido recolhido um refrigerador na calha do Córrego;
- No período típico de chuvas intensas no município, a vazão do Córrego do Ata aumenta significativamente superando o nível da ponte;
- Após a ponte, o Córrego do Ata apresenta trechos canalizados por manilhas consecutivas de diferentes diâmetros, o que dificulta o fluxo das águas por causa da variação da área da sessão transversal no trecho canalizado. Em dias de chuva intensa, essa configuração de manilhas acarreta o estrangulamento do escoamento, a inundação da rua e das residências próximas, quando não ocasiona, além disso, o rompimento da estrutura de canalização.

O morador entrevistado acrescentou, ainda, que tem observado aumento do acúmulo de terra e areia desde que se iniciaram as atividades do loteamento Jardim Alice II e considera que essa situação pode se agravar com o avanço das obras de impermeabilização do solo no loteamento e movimentos de terra para construção civil.

[31] Resíduos de poda e capina, tais como folhas, gravetos, galhos, capim.

Figura 95 – Córrego do Ata na Rua Palmiro Moreira, Bairro Santa Rita

(a) vista da ponte da Rua Palmiro Moreira no sentido da nascente do Córrego do Ata; (b) vista do Córrego do Ata no mesmo sentido, onde se observa ausência de margem e acúmulo de terra e areia; (c) vista da sessão abaixo da ponte, onde se observa o estrangulamento da área de vazão do Córrego; (d) vista abaixo da ponte onde se observam a tubulação de abastecimento de água para consumo humano – acima – e a tubulação de coleta de esgotos domésticos – abaixo; (e) vista da ponte no sentido do fluxo do Córrego; (f) vista do Córrego do Ata no mesmo sentido, onde se observa ausência de margem e avanço da vegetação sobre o fundo da canal.

A Prefeitura Municipal confirma que a drenagem pluvial da porção norte do Bairro Trançador, do loteamento Jardim Alice II e do loteamento Paulo Maia conduz as águas de chuva para o Córrego do Ata. Diante do observado e das conversas com os moradores locais durante o trabalho de registro fotográfico, constatou-se que na atual circunstância:

- O Córrego do Ata não tem capacidade para transportar as águas pluviais em períodos do ano de chuvas intensas sem que ocorram pontos de inundação;
- A população pratica o descarte incorreto de resíduos sólidos na calha do Córrego[32];
- Os empreendimentos de construção civil não têm implantado estruturas suficientes para contenção de sedimentos;
- Os serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública não têm sido suficientes para garantir manutenção das margens do Córrego;
- O processo de canalização do Córrego não levou em conta um dimensionamento apropriado para suportar o aumento de vazão em épocas de chuva;
- O aumento da vazão em períodos de chuva põe em risco a integridade física das tubulações de abastecimento de água e de coleta de esgotos domésticos implantados sob a ponte;
- As obras de loteamento foram iniciadas sem considerar eventuais necessidades de adequação no sistema de drenagem pluvial da região.

Diante disso, pode-se considerar que, assim como observado para a região do Bairro Centro, a região do Bairro Trançador, Jardim Alice, loteamento Jardim Alice II. Loteamento Paulo Mais, na área de drenagem do Córrego do Ata, carece de adequação do sistema de drenagem pluvial, mas também a implantação de soluções de manejo de águas pluviais no sentido de favorecer a infiltração das águas no solo e a contenção do escoamento pluvial para controle da vazão.

O Córrego do Ata deságua no Ribeirão Bengo através de uma estrutura canalizada composta de três manilhas paralelas, como apresenta a Figura 96.

[32] Ou também em vias e logradouros públicos, sendo que os resíduos são arrastados pela chuva até o canal do Córrego.

Figura 96 – Foz do Córrego do Ata no Ribeirão Bengo, Bairro Centro

(a)

(b)

(a) Vista da foz do Córrego do Ata no sentido do fluxo das águas do Ribeirão Bengo; (b) Vista da foz do Córrego do Ata no sentido do seu canal – o curso d'água está canalizado entre os imóveis, onde se observa um corredor com vegetação. Em ambas as imagens (a) e (b) é possível observar rampas estreitas para drenagem superficial de água pluvial da Avenida Ápio Cardoso.

Seguindo o registro fotográfico das estruturas de drenagem pluvial na microbacia, foram identificadas algumas estruturas de microdrenagem nos Bairros Alto Santa Rita e Santa Rita – últimos bairros que antecedem a foz do Ribeirão Bengo. De maneira geral, o sistema de drenagem está fundamentado no escoamento superficial das águas pluviais com alguns pontos de captação por bocas de lobo e escoamento subterrâneo.

Nessa região da margem esquerda do Ribeirão Bengo, há formação de relevo íngreme, sendo o Bairro Alto Santa Rita à montante e o Bairro Santa à jusante. E, pela natureza do relevo, a adoção do escoamento superficial como solução para drenagem pluvial pode colocar em risco o trânsito de veículos e de pedestres – pela formação de correntes de águas nas sarjetas e eventualmente sobre as calçadas; comprometer a estrutura de pavimentação bem como causar processos erosivos em encostas. Foi possível registrar alguns desses efeitos do escoamento superficial por meio de fotografias e relatos de moradores locais.

Moradores do Alto Santa Rita relataram que, periodicamente após eventos de chuva forte, há ocorrência de ruptura do pavimento como ilustra a Figura 97. Eles acrescentaram que a Prefeitura Municipal realiza repetidamente obras de reconstituição do pavimento após as chuvas.

Figura 97 – Sinais de ruptura de pavimento na Rua Joaquim Amaro Tobias

Outros moradores relataram que após chuvas fortes acontece o rompimento da tampa do poço de visita de esgotos sanitários na Rua Felipe Antônio de Miranda (Figura 98) onde o pavimento formado por bloquetes sextavados perde a aderência com o solo e se solta. Após ocorrências como essas, a Prefeitura Municipal atua na reposição do pavimento.

Figura 98 – Rua Felipe Antônio de Miranda, esquina com a Rua Nº 20, Bairro Alto Santa Rita

O relato sobre o retorno de esgotos sanitários é um indicativo da conexão de estruturas de drenagem pluvial na rede coletora de esgotos, já que o rompimento da tampa do poço de visita ocorre somente durante as chuvas. Não é possível afirmar, no entanto, onde estão localizadas essas conexões. Entre as possibilidades, é provável que se tratem de instalações executadas por moradores para lançamento de águas pluviais do peridomicílio, ou fissuras da rede coletora de esgotos que permitem a infiltração de águas pluviais, ou conexões da rede de drenagem pluvial da via pública. Cabe à Prefeitura Municipal investigar a rede de drenagem para sanar esse tipo de problema de saúde pública.

Outros moradores da mesma Rua relataram que em dias de chuva intensa não é possível caminhar por causa da quantidade de água que escoa na via pública. Parte do volume de água vem de pontos à montante, como ilustra Figura 99, onde a canaleta conduz as águas de chuva desde cima para escoamento superficial na referida Rua.

Figura 99 – Canaleta lateral de drenagem superficial de águas pluviais em escadaria para pedestres, Rua Felipe Antônio de Miranda, Bairro Alto Santa Rita

Trechos à jusante da escaria ilustrada anteriormente apresentam sinais de reposição do pavimento e obstrução de bocas de lobo por acúmulo de resíduos sólidos domésticos e resíduos verdes. Nesse trecho também foi possível observar que a drenagem dos peridomiílios é acrescentada à drengem da via pública, o que acarreta aumento da vazão de escoamento superficial e resíduos de construção civil ficam expostos à ação erosiva de chuvas (Figura 100).

Figura 100 – Rua Felipe Antônio de Miranda, Bairro Alto Santa Rita

Figura 101 – Tubulação de lançamento de águas pluviais do peridomicílio em escadaria para pedestres, Rua Antônio dos Santos Filho, Bairro Alto Santa Rita

A drenagem superficial de águas pluviais do Bairro Alto Santa Rita, alcança o território à jusante no Bairro Santa Rita e resulta igualmente em ruptura do pavimento. Moradores locais indicaram essa ocorrência na Praça Virgílio Gomes, onde a Figura 102 identifica sinais de reposição do pavimento formado por bloquetes intertravados.

Figura 102 – Praça Virgílio Gomes Correa, Bairro Santa Rita, onde ocorre ruptura de pavimento após chuvas fortes

De acordo com a Prefeitura Municipal, no Bairro Santa Rita houve deslizamento de terra ocasionado pelo escoamento superficial de águas pluviais. Parte de uma residência cedeu na altura da Travessa da Rua Guilherme Vilela Garcia, identificada na Figura 103. Os moradores, porém, permanecem no domicílio e não foi realizada intervenção por parte da Defesa Civil ou do Poder Público Municipal.

Figura 103 – Talude com risco geológico na Travessa Guilherme Vilela Garcia, Bairro Santa Rita

Ainda no Bairro Santa Rita, destacou-se uma estrutura de drenagem pluvial implantada na Rua Francisco Santos Filho (Figura 104), onde uma escada hidráulica conduz o escoamento pluvial para galeria sob a rua e em seguida por um canal escavado no solo. Ao final da escada

hidráulica existe uma grade sobre a calçada – o que é um indicativo de que as águas pluviais cobrem a calçada, já que não há boca de lobo na sarjeta. De acordo com a Prefeitura Municipal, esse canal escavado atravessa a área de destinação de resíduos de construção civil (RCC) de propriedade da empresa privada JCA. Embora a estrutura do canal possa favorecer a infiltração da água pluvial no solo, é também possível que haja transporte de sedimentos como areia até o Ribeirão Bengo. Além disso, no momento do registro fotográfico, foi possível observar embalagens de plástico e outros resíduos sólidos urbanos descartados no canal.

Figura 104 – Estrutura de drenagem de águas pluviais na Rua Francisco Santos Filho, Bairro Santa Rita, 2021

(a)

(b)

(c)

(a) escada hidráulica (ao lado da escadaria de pedestre) vista do lado direito da Rua Francisco Santos Filho, sentido BR 267; (b) sentido do escoamento subterrâneo das águas pluviais até alcançar o canal escavado; (c) vista aproximada do canal escavado para drenagem superficial de águas pluviais, localizado do lado esquerdo da mesma Rua, sentido BR 267.

Uma visualização de imagens do Google Maps (Figura 105) permitiu constatar que no ano de 2011 o referido canal escavado não existia. Havia no local, porém um traço entre os lotes provavelmente causado pelo repetido escoamento natural das águas de chuva. É possível que com o desenvolvimento da região e a construção de novas residências, o trecho desse sinal da água de chuva tenha sido mantido e escavado por maquinário.

Figura 105 – Estruturas de drenagem pluvial na Rua Francisco dos Santos Filho, Bairro Santa Rita, 2011

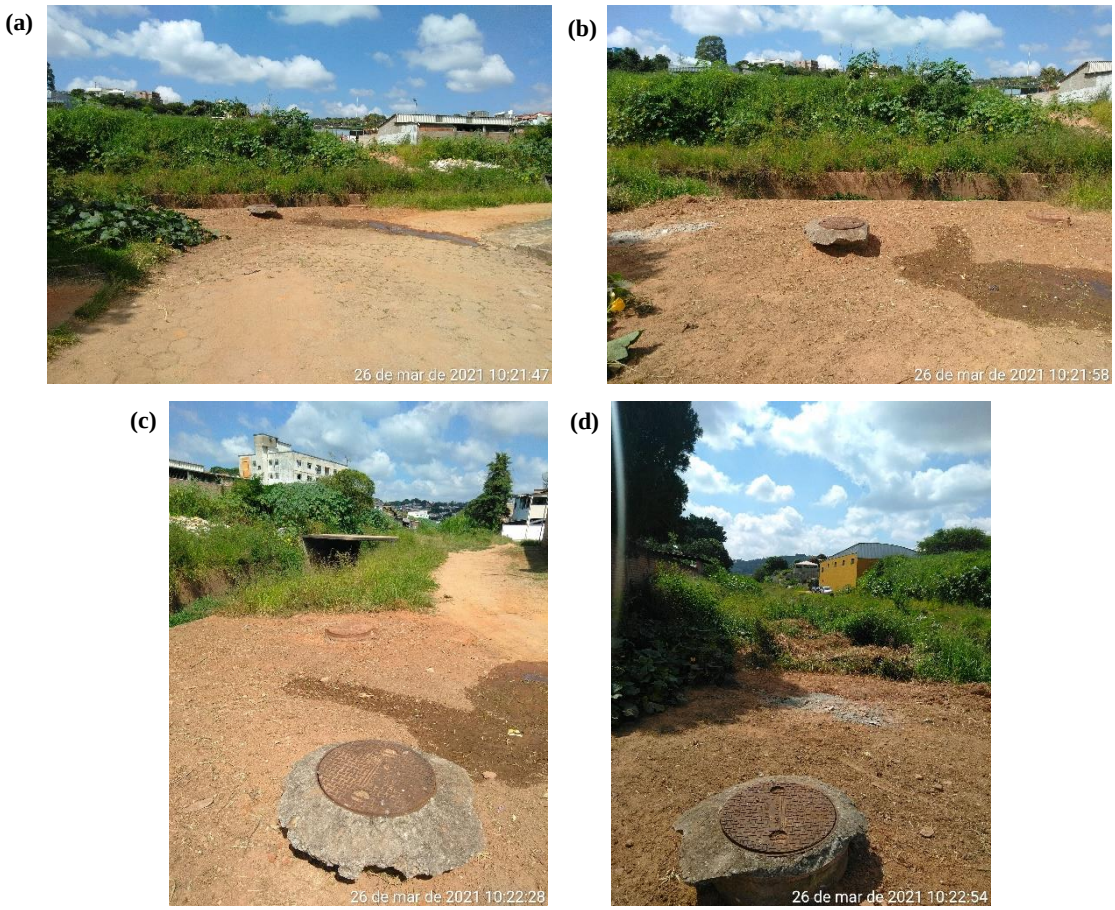
Fonte: Google Maps, 2021 – Captura de imagem out/2011

A comparação das imagens das Figura 104 e Figura 105 permite questionar se o crescimento urbano no Bairro Santa Rita na última década foi acompanhado de planejamento da drenagem e manejo das águas pluviais, porque aparentemente houve um tipo de preservação das estruturas naturalmente desenhadas pela água de chuva, mantendo-se a drenagem superficial. Nesse sentido, é importante que a Prefeitura Municipal investigue se nessa região há ocorrência de alagamentos com o objetivo de providenciar as adequações necessárias ao sistema de drenagem pluvial.

Outro elemento que corrobora com a hipótese de crescimento urbano sem planejamento da drenagem pluvial pode ser identificado na comparação das Figura 106 e Figura 107. As imagens apresentam fotografias da Rua Guanabara, Bairro Santa Rita. Uma liderança religiosa da igreja localizada no final da Rua (exibida na Figura 106) relatou que, em dias de

chuva forte, forma-se alagamento nesse trecho da via, porque as águas ficavam represadas na vegetação que cobria a faixa de terra à beira do Ribeirão Bengo. Em entrevista, essa liderança religiosa informou que solicitou à Prefeitura Municipal os serviços de limpeza pública de poda, capina e varrição, mas não foi atendida. Por isso, a igreja contratou serviço particular de limpeza para facilitar o escoamento das águas e evitar o transtorno do alagamento para os fiéis e moradores locais. Após o serviço, foram recolhidos resíduos verdes, mas também embalagens plásticas e outros resíduos domésticos. A liderança religiosa comentou que a igreja periodicamente faz a limpeza do local e retirada de resíduos, o que indica uma prática rotineira de descarte de lixo na rua por moradores locais[33].

Figura 106 – Rua Guanabara, margem esquerda do Ribeirão Bengo, Bairro Santa Rita, 2021



(a) e (b): Vistas do trecho final da Rua Guanabara, com acesso à margem do Ribeirão Bengo; (c) vista da lateral direita do final da Rua, onde há um poço de visita da rede coletora de esgotos sanitários e um poço de visita da rede de abastecimento de água; (d) vista da lateral esquerda do final da Rua.

[33] É bom acrescentar que é possível que os resíduos sólidos sejam arrastados de outras localidades à montante pela força das águas de chuva até o ponto fotografado, onde a igreja está situada.

As imagens da Figura 106 mostram a tampa de um poço de visita da rede de esgotamento sanitário; e é possível perceber que a tampa não está alinhada com solo, mas a camada de concreto que contorna a tampa está suspensa com relação ao piso de terra. Considera-se a hipótese de que a ação temporal do escoamento superficial de águas pluviais tenha erodido a margem do Ribeirão causando rebaixamento do solo, pelo que se nota na diferença de altura entre a tampa do poço de visita e o pavimento de terra. As imagens da Figura 107 são relativas a uma captura do Google Maps de outubro de 2011 e mostram com mais clareza que a Rua Guanabara funciona como uma rampa para a drenagem superficial da Rodovia MG-267, onde não há bocas de lobo. Como a Figura 107 (d) mostra a tampa do poço de visita alinhada com o solo, então é provável que essa camada superficial de terra tenha sido erodida gradativamente pela ação das chuvas.

Figura 107 – Rua Guanabara, margem esquerda do Ribeirão Bengo, 2011

(a) Vista panorâmica da Rodovia MG-267 esquina com Rua Guanabara, Bairro Santa Rita – imagem capturada em março de 2019 pelo Google Maps; (b) vista da parte alta da Rua Guanabara, onde faz-se esquina com a Rodovia MG-267; (c) vista da parte baixa da Rua Guanabara terminando justamente na margem esquerda do Ribeirão Bengo; (d) aproximação do final da Rua Guanabara, onde o final do pavimento de bloquete sextavado encontra um trecho de terra onde há a tampa do poço de visita da rede de esgotamento sanitário indicada pela linha tracejada branca.

Fonte: Google Maps, 2021 – Captura de imagem out/2011

Ainda com relação ao esgotamento sanitário, na entrevista a liderança religiosa relatou que o poço de visita da rede de esgotos estoura em dias de chuva forte e que a Copasa atua para dar reparos técnicos. Esse relato é um indicativo da possibilidade de haver conexões da drenagem de domicílios na rede de esgotamento sanitário, já que a localidade não possui sistema subterrâneo de drenagem pluvial. O processo erosivo nesse trecho da margem pode contribuir

para o aumento do transporte de sedimentos e assoreamento de localidades à jusante. A Figura 108 mostra uma fotografia do Ribeirão Bengo visto da referida Rua Guanabara.

Figura 108 – Ribeirão Bengo, visto sobre ponte na altura da Rua Guanabara, Bairro Santa Rita

É importante ponderar que nem toda a população do Bairro Santa Rita identifica problemas relacionados à drenagem pluvial. Destacou-se o relato de um morador que considera o serviço público muito bom. Ele não vê inundações desde o período de 2009-2012 e considera a dreangem pluvial do bairro muito boa.

Após o Bairro Santa Rita, o trecho que se segue do Ribeirão Bengo possui preservada uma faixa maior de margens vegetadas (com um residual de mata ciliar). O Bengo está canalizado até a altura do trevo da BR-267 (Figura 109), a partir de onde segue canal natural.

Figura 109 – Ribeirão Bengo canalizado até o trevo da BR-267

Fonte: Google Earth, 2021

O trecho do Ribeirão Bengo fotografado (Figura 109) recebe, ainda, a drenagem pluvial do Bairro São Januário. A situação do serviço nesse bairro foi relatada em entrevista por uma moradora. Ela afirmou que a vizinhança não experimenta situações de alagamento (devido ao

relevo íngreme da localidade). Mas, devido à falta de limpeza nas bocas de lobo e bueiros localizados próximos ao Cemitério Municipal (Figura 110) a água da chuva retorna para a superfície da rua e escoa pelas sarjetas em direção ao campo de futebol/peteca. Ao contrário, quando o bueiro "está limpo" a "água da chuva não transborda".

Figura 110 – Boca de lobo próxima ao Cemitério Municipal, Bairro São Januário

Na visão da moradora, a estrutura dos bueiros é pequena para dar vazão ao volume das águas de chuva. Mais uma vez, o relato de um morador aponta para a importância do planejamento conjunto das ações de limpeza pública e manutenção das estruturas de drenagem pluvial.

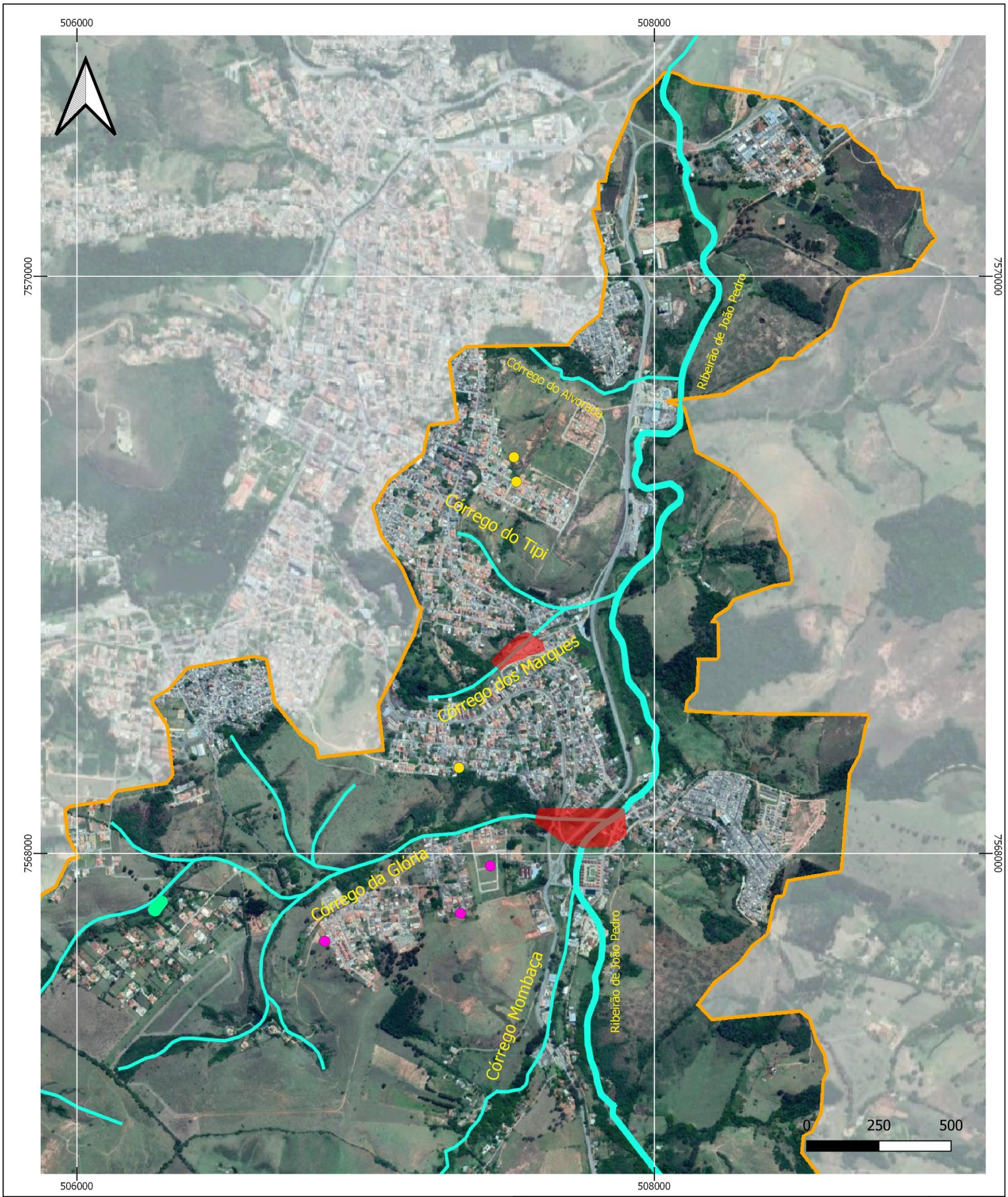
Figura 111 – Ribeirão Bengo após trevo da BR-267, Bairro Jardim Exposição

6.4.2. Serviços de drenagem e manejo das águas pluviais: Microbacia do Ribeirão de João Pedro

A dinâmica das águas pluviais na Microbacia do Ribeirão João Pedro (Figura 112) se desenvolve de maneira muito semelhante ao descrito para a Microbacia do Ribeirão Bengo. As estruturas de drenagem operadas pela Prefeitura Municipal estão fundamentadas no escoamento superficial das águas, tal como observado para a região do Bengo, destacando-se, porém, que o Ribeirão de João Pedro recebe contribuição de vazão de uma quantidade maior de córregos na área urbana, a ocorrência de inundações é menor, e há um número maior de processos erosivos identificados.

O Ribeirão de João Pedro tem nascentes no extremo sul de Caxambu, atravessa a extensão da faixa vertical leste do município, até desaguar no Rio Baependi, no território vizinho, município de Baependi, MG. No sentido do fluxo das águas, destacam-se os afluentes de margem esquerda do Ribeirão de João Pedro: Córrego das Laranjeiras, Córrego da Placa, Córrego Mombaça, Córrego da Glória, Córrego dos Marques, Córrego do Tipi e Córrego do Alvorada – todos esses com foz em pontos anteriores à foz do Ribeirão Bengo. Com exceção dos três últimos córregos mencionados, os demais têm nascentes na porção sul da área rural de Caxambu, sendo que apenas o Córrego da Glória tem foz em área urbana.

Figura 112 – Recorte da Microbacia do Ribeirão de João Pedro sobre a área urbana de Caxambu



Legenda

group2
- Locais de erosão
- Loteamentos
- Represa do Córrego da Glória
- Área de inundação
- Delimitação da microbacia do Ribeirão de João Pedro
- Ribeirão de João Pedro

Título: **Microbacia do Ribeirão de João Pedro - Área Urbana**			Realização: FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
Projeto: PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		Localização: Caxambu - MG	Apoio
Datum: SIRGAS 2000	Projeção: UTM 23S	Escala: 1:12000	Formato: A3
Geoprocessamento: Emily Helena de Mancilha, Thaís Santos Branco Dijair		Elaboração: Projeto SanBas/UFMG	UFMG
Fonte: Limites: IDE Sisema; Hidrografia: IDE Sisema; Imagem de satélite: Google satélite		Data: ABRIL/2021	

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Ao longo do seu curso, o Ribeirão de João Pedro recebe contribuição de águas fluviais de 63 nascentes, as quais estão distribuídas na formação dos Córregos indicados na Tabela 74.

Tabela 74 – Relação de nascentes por curso d'água da Microbacia do Ribeirão de João Pedro

Curso d'água da Microbacia do Ribeirão de João Pedro	Quantidade de nascentes formadoras
Córrego das Laranjeiras	14
Córrego da Placa	04
Córrego Mombaça	24
Córrego da Glória	18
Córrego dos Marques	01
Córrego do Tipi	01
Córrego do Alvorada	01
Ribeirão de João Pedro	65*

(*) Estimam-se 65 nascentes, sem contar aquelas que formam os demais cursos d´água referidos nessa tabela.

Fonte: Projeto SanBas, 2021

Alguns dos córregos da Microbacia do Ribeirão de João Pedro recebem a drenagem pluvial de bairros urbanos e apresentam situações de transbordamento em épocas de chuva, bem como assoreamento da calha. A Tabela 75 apresenta a relação de bairros com contribuição de drenagem pluvial em cada curso d'água para facilitar a compreensão sobre a situação das águas pluviais nessas localidades.

Tabela 75 – Relação de bairros com contribuição de drenagem pluvial por curso d'água, na microbacia do Ribeirão de João Pedro

Microbacia Hidrográfica	Cursos d'água	Bairros com contribuição de drenagem pluvial	Ocorrência de inundações e/ou alagamentos
Ribeirão de João Pedro	**Córrego Laranjeiras** (afluente de margem esquerda)	· Sítio Laranjeiras	-
	Córrego da Placa (afluente de margem esquerda)	· Bairro da Placa	-
	Córrego Mombaça (afluente de margem esquerda)	· Mombaça	-
	Córrego da Glória (afluente de margem esquerda)	· Águas Cristalinas · Jardim das Colinas · Parte norte do Jardim das Nações · Belvedere · Talismã · Vila Santo Antônio	-
	Ribeirão de João Pedro (curso d'água principal)	· Portal de Caxambu · Campo do Meio · Caxambu Velho · Vila Verde I · Vila Verde II · Vila Verde III · Vila Verde IV	Caxambu Velho

Microbacia Hidrográfica	Cursos d'água	Bairros com contribuição de drenagem pluvial	Ocorrência de inundações e/ou alagamentos
		· Jardim Alvorada · Jardim Imperial · Jardim Exposição	
	Córrego dos Marques (afluente de margem esquerda)	· Belvedere · Santa Terezinha	Caxambu Velho
	Córrego do Tipi (afluente de margem esquerda)	· Santa Terezinha · Jardim Alvorada	-
	Córrego do Alvorada (afluente)	· Jardim Alvorada · Jardim Imperial · Novo Horizonte	-

Fonte: Projeto SanBas, 2021

As imagens capturadas no registro fotográfico das estruturas de drenagem pluvial estão organizadas e apresentadas no sentido do fluxo do Ribeirão – desde um ponto do Ribeirão de João Pedro à montante da foz do Córrego da Glória, até o trevo da Rodovia BR-267 – juntamente com registros de relatos de moradores locais entrevistados e representantes da Prefeitura Municipal.

No que foi possível observar durante o trabalho de campo, constatou-se que os pontos de boca de lobo concentram-se próximos a pontes ou locais próximos de curso d'água, para direcionar o escoamento subterrâneo em pequenos trechos até o canal de córregos ou do Ribeirão. As bocas de lobo registradas estão preservadas com grades em bom estado de conservação, porém notou-se que o acúmulo de resíduos sólidos obstrui a maior parte dessas microestruturas de drenagem, o que é um indicativo da insuficiência dos serviços de limpeza pública (poda, capina, varrição), mas também da conduta inadequada de munícipes que descartam embalagens e outros resíduos nas vias públicas.

No tocante aos afluentes do Ribeirão de João Pedro na área rural, foi possível entrevistar moradores dos Bairros Sítio Laranjeiras[34] e Mombaça. Os domicílios do Sítio Laranjeiras estão localizados na margem esquerda do Ribeirão de João Pedro, próximo à foz do Córrego das Laranjeiras – ilustrado na Figura 113.

[34] Para alguns representantes da Prefeitura Municipal, a área rural chamada de "Sítio Laranjeiras" é, na verdade, uma parte do Bairro Morro Cavado, devendo assim ser chamada. No entanto, a redação do presente documento está pautada na nomenclatura que os próprios moradores dão para o local onde residem. Assim, adotou-se que os domicílios atendidos por abastecimento de água da Represa Laranjeiras estão localizados no Bairro Sítio Laranjeiras, tal como os moradores informaram para a Equipe UFMG/Projeto SanBas.

Figura 113 – Córrego das Laranjeiras margeando à direita da Represa das Laranjeiras

A situação do serviço de drenagem e manejo das águas pluviais no Sítio Laranjeiras foi relatada da seguinte maneira:

- já houve registro de tromba d'água de maneira que as águas de chuva invadiram as residências e alagaram o local; e
- há uma manilha na Rodovia BR-354 drenagem pluvial até o Ribeirão de João Pedro; e

O Mombaça é um bairro rural de domicílios dispersos. O Córrego Mombaça (Figura 114) atravessa essa região até desaguar no Ribeirão de João Pedro próximo à linha do perímetro urbano de Caxambu.

Figura 114 – Córrego Mombaça

A situação do serviço de drenagem e manejo das águas pluviais no Mombaça foi relatada da seguinte maneira:

- não há registros de alagamentos ou inundações; mas
- a condição da estrada vicinal é precária tendo o solo extremamente erodido (Figura 115).
- Faz-se necessária a pavimentação do acesso, devendo ser implantados materiais que favoreçam a infiltração da água no solo, juntamente com redutores de velocidade, porque muitos munícipes percorrem o trecho com veículos em alta velocidade.

Figura 115 – Estrada vicinal de acesso ao Bairro Mombaça

O morador entrevistado esclareceu que a presença de pó de brita na estrada se deve a uma ação da Prefeitura Municipal para pavimentar a via, após a iniciativa de construção de um condomínio fechado na região. Contudo, o loteamento foi interrompido e, por isso, a obra de pavimentação da estrada vicinal foi cancelada. O Mombaça reúne 10 domicílios.

O primeiro ponto fotografado no Ribeirão de João Pedro na área urbana está na Rua José Teodomiro (Figura 116), onde o Ribeirão já adentrou o perímetro urbano (Bairro Campo do Meio), mas se inicia a área de maior concentração da urbanização municipal (Bairro Caxambu Velho). Nesse trecho o Ribeirão de João Pedro tem margens aparentemente preservadas sendo a calha mantida na configuração natural (não canalizado). Uma das margens recebeu intervenção para contenção do talude com uso de estrutura de pneus empilhados. Das grades sobre as bocas de lobo, uma delas estava totalmente encoberta por terra e resíduos verdes no momento da fotografia.

Figura 116 – Ponte e estrutura de drenagem pluvial sobre o Ribeirão de João Pedro, à montante da foz do Córrego da Glória, Rua José Teodomiro, Caxambu Velho

As imagens da Figura 116 correspondem ao primeiro ponto possível de ser fotografado a partir da rua, após a foz do Córrego Mombaça no Ribeirão de João Pedro. Pela largura da calha do Ribeirão e a vazão de água que se observa nas fotografias, pode-se inferir sobre a

tímida vazão do Córrego Mombaça, mas, mesmo assim, sobre a força desse Córrego que atravessa quase a metade da porção sul da área rural de Caxambu.

Seguindo o sentido do curso do Ribeirão de João Pedro, há outra ponte na próxima via paralela, a Avenida Evaristo Sá Guedes (Figura 117), onde moradores locais relataram sentir maus odores, o que pode ser um indicativo de conexões da tubulação de descarte de águas pluviais no interceptor de esgotos que acompanha o curso d'água ou de possíveis vazamentos de esgotos.

Figura 117 – Penúltima ponte sobre o Ribeirão João Pedro à montante da foz do Córrego da Glória, Avenida Evaristo Sá Guedes

A cerca de 200 m na direção noroeste a partir do ponto registrado na Figura 117, há uma ponte sobre o Córrego da Glória na Avenida Henrique Monat, à montante do ponto de deságue no Ribeirão de João Pedro. O Córrego da Glória tem nascentes na porção sul do território caxambuense e, ao adentrar a área urbana, tangencia os Bairros Águas Cristalinas, Vale das Colinas (Figura 118), Thalismã e Vila Santo Antônio até sua foz no Bairro Caxambu Velho. Os relatos dos moradores entrevistados dessa região permitem compreender três possíveis causas da situação que ocorre em períodos de chuva forte nessa região da microbacia do João Pedro (desde o condomínio Águas Cristalinas até a região da foz do Córrego da Glória no Ribeirão):

- Intervenções de construção civil acarretaram estrangulamento da calha do Ribeirão João Pedro em trechos do Bairro Caxambu Velho, onde está a foz do Córrego da Glória, o que reduziu a capacidade de transporte de vazão do Ribeirão e favorece o transbordamento no local;

- Processos contínuos de erosão pluvial em áreas de loteamentos do Águas Cristalinas[35], Vale das Colinas (Figura 118), Thalismã e Vila Santo Antônio (localizados em áreas de topo de morro) podem ser fatores que contribuem para o transporte de sedimentos pelo Córrego da Glória e o assoreamento da área de confluência do Córrego no Ribeirão;
- A urbanização pode ter contribuído para o aumento de vazão do escoamento superficial e redução da taxa de infiltração de águas pluviais no solo;
- A urbanização pode ter avançado sobre áreas naturais de inundação do Ribeirão.

Figura 118 – Vista panorâmica do condomínio Vale das Colinas, sendo possível observar a proximidade das casas com o Córrego da Glória*

(*) Vista a partir do Bairro Jardim das Nações. O Córrego da Glória está entre as árvores, logo abaixo das residências.

Um registro do Córrego da Glória no Vila Santo Antônio (Figura 119) permitiu observar que a drenagem pluvial é superficial, e o escamento sobre as ruas alcança do curso d'água sem controle de vazão sobre as margens não vegetadas (ausência de mata ciliar). Um representante da Prefeitura Municipal informou que o serviço de limpeza pública tinha sido executado recentemente no local registrado na Figura 119, quando foram removidos resíduos sólidos urbanos e resíduos sólidos (RSU) da construção civil (RCC) descartados incorretamente por munícipes.

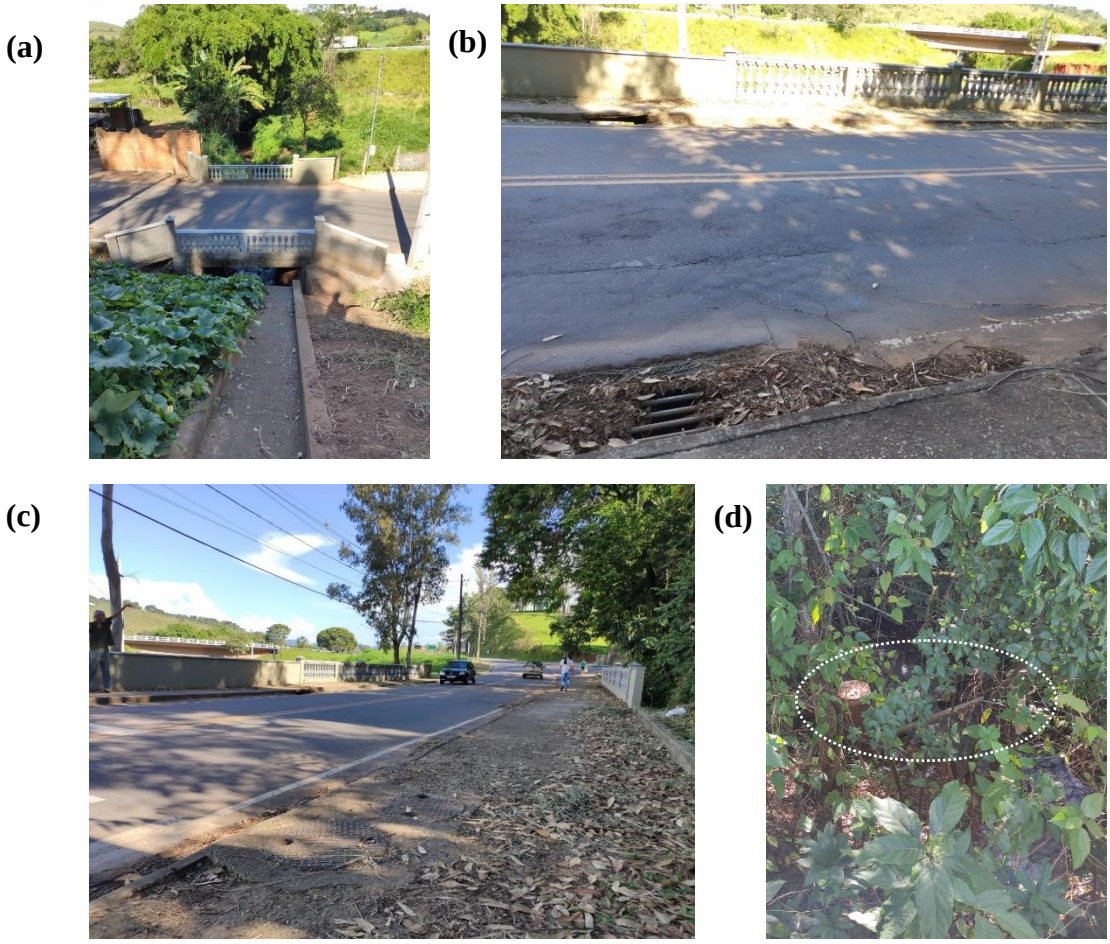
[35] Cabe mencionar que à montante do Condomínio Águas Cristalinas há uma área de pasto para gado, que não foi possível registrar por uma questão de acesso.

Figura 119 – Córrego da Glória, Rua José Sacchi Gomes, Bairro Vila Santo Antônio

Essa observação corrobora com a hipótese de erosão pluvial ao longo da faixa do Vila Santo Antônio, que pode ocorrer não só em loteamentos, mas também nas margens onde há ausência de mata ciliar e onde a população descarta RSU e RCC. Essa situação aponta para a necessidade de adequação do sistema de drenagem pluvial para dar mais controle sobre o escoamento das águas de chuva, mas também da necessidade de recuperação e preservação das margens do Córrego da Glória, sem contar na importante necessidade de mudança de comportamento da população para uma conduta voltada para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Apesar dessas limitações, uma moradora do Vila Santo Antônio relatou em entrevista que a vizinhança não observa pontos de alagamentos e que o bairro está passando por obras de pavimentação das vias públicas, tendo a Prefeitura Municipal implantado um novo calçamento que facilita a infiltração das águas pluviais no solo.

O trecho à montante da foz do Córrego da Glória está registrado na Figura 120, onde Avenida Henrique Monat recentemente foram implantadas estruturas de guarda-corpo nos trechos sobre o curso d'água e estruturas de microdrenagem (bocas de lobo e rampa de drenagem).

Figura 120 – Ponte e estruturas de drenagem pluvial sobre o Córrego da Glória, à montante da foz no Ribeirão João Pedro, Avenida Henrique Monat



(a) Rampa para drenagem pluvial; (b) acúmulo de resíduos verdes obstruindo a boca de lobo; (c) calçada e sarjeta com acúmulo de resíduos verdes não recolhidos pelo serviço de capina e poda. Observam-se as tampas dos poços de visita da rede de abastecimento de água e da rede coletora de esgotos nessa altura do Córrego; (d) linha tracejada branca indica o poço de visita e o interceptor da rede coletora de esgotos no canal do Córrego do Glória.

Moradores do Bairro Caxambu Velho relataram em entrevista que a Prefeitura Municipal realizou recentemente uma limpeza do Córrego da Glória e trecho do Ribeirão de João Pedro bem como serviço de desassoreamento. Para os moradores entrevistados, essa ação pública "melhorou o escoamento fluvial e garantiu evitar inundações tão intensas quanto se via no passado". Mas, os moradores relatam que observam "grande transporte de sedimentos" na calha do Ribeirão. Assim como observado no Bairro Santa Rita (na microbacia do Ribeirão Bengo), o Bairro Caxambu Velho possui um canal escavado para drenagem pluvial (Figura 121). Nesse caso é possível que a estrutura contribua para erosão pluvial e transporte de sedimentos até o Ribeirão de João Pedro.

Figura 121 – Estrutura escavada para drenagem pluvial, Bairro Caxambu Velho

Os moradores entrevistados acreditam que “a educação ambiental tem um papel fundamental para a preservação dos cursos d’água” e afirmam que há “união dentro do Bairro Caxambu Velho”, o que facilita o desenvolvimento de ações de mobilização social.

A Equipe UFMG/Projeto SanBas observou vários pontos de acúmulo de resíduos verdes resultantes de serviços de poda e capina sobre estruturas de microdrenagem de águas pluviais ou mesmo sobre calçadas e sarjetas. Não é possível afirmar se esses serviços tinham sido concluídos minutos antes da observação da Equipe ou se ainda seriam recolhidos pela Prefeitura Municipal, mas a característica de folhas secas dos materiais é um indicativo de que foram deixados pelos operadores dos serviços. Além disso, moradores entrevistados relataram que é comum que os esse tipo de resíduo não seja recolhido após a conclusão dos serviços de limpeza pública de capina, roçagem e poda. Essa prática configura inadequação do serviço e fere o princípio da integralidade do saneamento básico sobretudo porque interfere na qualidade do serviços de drenagem e manejo das águas pluviais. O mesmo foi observado em trecho ao lado da estrutura da ponte, na Avenida Henrique Monat, ao redor da escada hidráulica (Figura 122) para conduzir a drenagem pluvial do Bairro Belvedere para o Ribeirão João Pedro. As águas pluviais escoadas pela escada hidráulica devem alcançar as bocas de lobo (que estão encobertas por resíduos verdes, Figura 120, e alcançar o Ribeirão João Pedro).

Figura 122 – Escada hidráulica de drenagem pluvial do Bairro Belvedere para o Ribeirão de João Pedro

Com relação à estrutura da escada hidráulica apresentada anteriormente (Figura 122), cabe mencionar a situação da drenagem pluvial do Bairro Belvedere. Em entrevista alguns moradores relataram que as chuvas geram alagamento da área da pracinha (Figura 123) e que com a ausência de serviços de poda, roçagem e capina no bairro, as "águas da chuva ficam empoçadas no mato atrás da pracinha", favorecendo a proliferação de vetores transmissores de doenças. De acordo com eles, muitos moradores já ficaram doentes com dengue e chikungunya. O relato indica a insuficiência do planejamento da drenagem pluvial, porque justamente ao lado da pracinha há uma boca de lobo.

Figura 123 – Pracinha do Belvedere, Rua Imperatriz Leopoldina, onde ocorrem alagamentos

A observação dos moradores entrevistados aponta, novamente, para a relação entre os serviços de limpeza pública e drenagem pluvial, mas também destaca a importância da atuação da Vigilância Sanitária e Ambiental – na Secretaria Municipal de Saúde – na identificação e solicitação de intervenção pública sobre as áreas com foco de dengue e chikungunya. Esse relato, sobretudo, mostra a evidente relação entre o saneamento básico e a saúde da população, e reforça a necessidade de atuação conjunta[36] entre as Secretarias Municipais de Obras, Trânsito e Serviços Urbanos e a de Saúde.

Seguindo o fluxo das águas do João Pedro, após a foz do Córrego da Glória, o Ribeirão recebe contribuição de uma nascente localizada na Estrada Real, próxima ao Bairro Vila Verde IV (Figura 124). Observou-se que o trecho do talude da Estrada que margeia o curso d'água dessa nascente apresenta sinais de erosão e deslizamento de terra, sendo possível que chuvas mais intensas provoquem movimentos de terra que podem obstruir o caminho das águas. Um morador relatou em entrevista que a Prefeitura Municipal colocou a séria de canaletas (observadas na Figura 124) que levavam a água da nascente até uma manilha de onde uma canalização subterrânea protegia o curso d'água para atravessar a Estrada Real até a outra margem, onde há uma lagoa artificial. Dessa lagoa, o fluxo d'água segue até desaguar na margem direita do Ribeirão de João Pedro. Porém, observou-se que a estrutura não está funcionando, mas o curso d'água está atravessando a Estrada por escoamento superficial.

[36] Essa atuação conjunta entre secretarias municipais de distintas áreas alude ao princípio da Intersetorialidade, estabelecido pela Política Nacional de Saneamento Básico – Lei Federal nº 11.445/2007.

Figura 124 – Canalização de nascente na Estrada Real, Vila Verde IV

(a) **(b)**

(a) série de canaletas na margem da Estrada Real para escoamento das águas da nascente; (b) fio d'água atravessando a Estrada por escoamento superficial.

A Prefeitura Municipal informou que a lagoa (Figura 125) está localizada em terreno particular, cujo proprietário tinha uma produção de laticínios no local e utilizava a água represada para fins produtivos. Conforme o relato do representante da Prefeitura Municipal, esse reservatório funcionava como contenção de águas pluviais, mas atualmente intensamente assoreado, devido a obras de terraplanagem e construção civil realizadas no ápice da estação chuvosa do ano 2000, para implantação da Escola Estadual Cabo Luiz de Queiroz, localizada na Alameda das Quaresmeiras. Atualmente, a água represada não tem sido utilizada para fins produtivos, mas tem funcionado como contenção de sedimentos transportados pela ação das chuvas desde a área do loteamento do Vila Verde IV.

De acordo com a Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento, a drenagem pluvial dos Bairros Vila Verde I, II, III e IV (exibidos na Figura 125) está direcionada para o Ribeirão de João Pedro por bocas de lobo, galerias e tubulações, excluindo-se a estrutura da referida lagoa (Figura 126). Um morador entrevistado relatou que não há pontos de alagamento na região. No entanto, é importante observar que processos erosivos do referido loteamento podem contribuir gradativamente para assorear o Ribeirão, bem como podem colocar em risco as poucas casas construídas no local.

Figura 125 – Loteamento, nascente e lagoa em vista aérea dos Bairros Vila Verde I, II, III e IV

Fonte: Google Earth, 2021

Figura 126 – Vista do lago artificial ao lado da Estrada Real, Vila Verde I

Seguindo o fluxo das águas do Ribeirão João Pedro, após a foz do curso d'água destacado na Figura 125, o Ribeirão recebe contribuição das águas do Córrego dos Marques, ilustrado na Figura 127.

Figura 127 – Córrego dos Marques, na propriedade da igreja Assembleia de Deus, Rua São Domingos, Bairro Caxambu Velho

Apesar da pequena vazão das águas, observada na Figura 127, uma liderança religiosa da igreja por onde atravessa o Córrego dos Marques informou que em períodos de chuva, o volume das águas aumenta significativamente, a ponto de inundar a totalidade da área a céu aberto da igreja, que abriga um estacionamento. Essa liderança relatou que a força das águas chegou a danificar o portão de ferro que guarda a propriedade, tendo sido necessário trocar a estrutura. Esse aumento do volume das águas se deve à drenagem pluvial de parte dos Bairros Belvedere e Santa Terezinha que é totalmente direcionada para o Córrego dos Marques, de acordo com a Prefeitura Municipal.

Ao alcançar o muro da propriedade da igreja, o Córrego dos Marques passa por uma canalização de manilhas, cuja vista do lado da rua está apresentada na Figura 128.

Figura 128 – Estruturas de canalização do Córrego dos Marques na saída da propriedade da Assembleia de Deus, Rua São Domingos, Bairro Caxambu Velho

(a)

(b)

(c)

(a) Trecho do curso d'água visto do lado de fora da igreja. O corte no muro próximo à calçada foi feito para ampliar a sessão de escoamento do curso d'água em dias de chuva, por causa do aumento de vazão. A água pluvial que passa pela abertura do muro escoa na grade amarela implantada na calçada. O curso d'água atravessa a Rua São Domingos em canalização subterrânea e recebe o escoamento superficial da rua pela boca de lobo observada na imagem; (b) trecho canalizado do curso d'água após atravessar a Rua São Domingos; (c) vista ampla do trecho canalizado onde se observa a tampa do poço de visita da rede de esgotamento sanitário.

A liderança religiosa informou ter recebido recentemente representantes da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos para uma visita técnica. A Prefeitura Municipal tem a intenção de alterar a geometria da canalização do Córrego dos Marques na Rua São Domingos com o objetivo de facilitar a vazão das águas em períodos de chuva. Entretanto, faz-se ainda necessário um estudo mais amplo para considerar a possibilidade de controle da vazão de escoamento pluvial no Belvedere e no Santa Terezinha para evitar

ocorrências de inundações. Assim como observado para o Córrego da Glória, considera-se que fenômenos de erosão pluvial contribuam para o assoreamento do Córrego dos Marques, o que pode favorecer inundações. A Figura 129 apresenta o registro fotográfico de uma estrutura de micro drenagem danificada por movimento de terra. A auxiliar técnica da Equipe UFMG/Projeto SanBas relatou que houve um deslizamento de terra forte nesse talude que levou ao soterramento de um parquinho e após o evento, a Prefeitura Municipal providenciou a contenção de um dos trechos do talude com implantação de escada de pneus, mas o ponto fotografado na Figura 129 não recebeu ações de reparo. A situação de risco de erosão pluvial está melhor descrita no item 6.7 do presente documento.

Figura 129 – Estrutura do sistema de drenagem pluvial do Córrego dos Marques, Avenida Antônio Ferreira da Silva, Caxambu Velho

Seguindo o fluxo do Ribeirão de João Pedro, o próximo ponto de contribuição de águas fluviais se refere a foz do Córrego do Tipi, que nasce no Bairro Santa Terezinha, atravessa um ponto da Rua Quatro, segue até a Travessa Antônio Arantes antes de desaguar no Ribeirão. De acordo com a Prefeitura Municipal, esse Córrego é a estrutura de macrodrenagem pluvial de parte dos Bairros Santa Terezinha e Jardim Alvorada. Não foi possível fotografar pontos do Córrego do Tipi, porque ele não possui trechos a céu aberto e está totalmente canalizado. O ponto de foz no Ribeirão de João Pedro está localizado a cerca de 200 m da foz do Córrego dos Marques.

Mais adiante, ente os Bairros Jardim Imperial e Novo Horizonte, passa o Córrego do Alvorada, que tem nascente ao lado do Cemitério Municipal. De acordo com a Prefeitura

Municipal, esse Córrego é estrutura de macrodrenagem dos referidos bairros. Assim como ocorreu para o Córrego do Tipi, não foi possível fotografar o Córrego do Alvorada. No entanto, a Prefeitura Municipal indicou para a Equipe UFMG/Projeto SanBas a área de inundação apresentada na Figura 130, localizada praticamente após a foz do Córrego do Alvorada. De acordo com o representante da Prefeitura Municipal, todo a região do campo fotografada é ocupada pela inundação do Ribeirão de João Pedro em dias de chuvas mais intensas. Não há registros de alcance das águas fluviais até a Rodovia BR-354 que margeia a área fotografada.

Figura 130 – Área de inundação do Ribeirão João Pedro, BR 354 altura do Posto Shell, próximo ao Bairro Padre Leo

Observou-se um ponto de drenagem pluvial da Rodovia BR-354 com escoamento superficial, sentido Bairro Jardim da Exposição, como apresenta a Figura 131. As águas pluviais escoam sobre a Rua Demétrio Jamal por cerca de 438 m até alcançar o Ribeirão de João Pedro[37].

[37] Distância estimada com uso de ferramentas do Google Earth, considerando o intervalo entre a BR-354 e o Ribeirão de João Pedro, passando sobre a Rua Demétrio Jamal.

Figura 131 – Estrutura de drenagem das águas pluviais da Rodovia BR-354 com saída para escoamento superficial na Rua Demétrio Jamal, bairro Jardim Exposição

O último ponto registrado do Ribeirão de João Pedro é a saída das águas sob canalização no trevo da BR-354 em um ponto da estrada para Baependi (Figura 132). A cerca de 1,0 km de curso d'água após esse ponto, está localizada a foz do Ribeirão Bengo no Ribeirão de João Pedro. Depois, a cerca de 2,0 km, está localizada a Estação de Tratamento de Esgotos de Caxambu (ETE).

Figura 132 – Ribeirão de João Pedro, trevo da estrada Caxambu-Baependi, Jardim Exposição

Depois do ponto fotografado (Figura 132), o Ribeirão de João Pedro percorre cerca de 6,0 km até desaguar no Rio Baependi. Entre esse trecho, o Ribeirão recebe a drenagem pluvial do Bairro Monjolinho (área rural de Caxambu). A situação do serviço nesse bairro foi relatada em entrevista por uma moradora. Ela relatou que a estrada de acesso ao bairro é declivosa e sem valetas e que a "água de chuva corre livremente fazendo o seu próprio caminho no solo". Nessa ocasião o acesso "fica cheio de lama e intransitável". O Bairro Monjolinho possui cerca

de 84 habitantes. Para a moradora entrevista, uma solução para o problema da drenagem é a implantação de estruturas de infiltração da água no solo.

6.4.3. Serviços de drenagem e manejo das águas pluviais: região norte de Caxambu

Como foi apresentado pelo mapa da Figura 18, a região norte do território caxambuense é banhada pelo Córrego da Invernada (na faixa horizontal sul) e pelos Córregos Santo Antônio; Dois Córregos de Cima; Dois Córregos; e Cana do Reino, os quais deságuam no Rio Baependi. Nessa região, a situação do serviço de drenagem e manejo das águas pluviais foi relatada em entrevista por um morador do Bairro Morro Queimado. De acordo com ele, há falta de manutenção das estradas vicinais. Ele não observa problemas de acesso em dias de chuva e alega que o pavimento em chão batido é compactado o bastante para evitar formação de barro. Porém, ele afirma que na estrada para Água de Contendas ocorrem empoçamentos e que a implantação de uma manilha para drenagem pluvial melhorou a situação.

A estrada vicinal para acesso ao Morro Queimado passa pelo Aeroporto de Caxambu até onde está pavimentada com asfalto, mas apresenta sinais de ruptura (Figura 133). Após esse trecho, o pavimento é feito em terra batida.

Figura 133 – Estrada vicinal para o Morro Queimado, próximo ao Aeroporto de Caxambu

O Morro Queimado é um bairro rural de população dispersa. De acordo com um morador entrevistado, o bairro possui 11 domicílios, com cerca de 30 habitantes. Para o entrevistado, o tema da drenagem pluvial concentra-se nas estradas vicinais, porque cada família faz o manejo das águas em sua propriedade.

6.5. Rotina operacional de manutenção e limpeza da rede de drenagem natural e artificial

A Prefeitura Municipal não possui planejamento das ações relacionadas aos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais. Diante disso, não há rotina operacional de manutenção e limpeza de drenagem natural e artificial. De acordo com a Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos responsável por este serviço, as ações são realizadas de acordo com a demanda, muitas vezes por chamados da população.

6.6. Identificação da existência de sistema único (combinado) e de sistema misto

O sistema unitário ou combinado consiste na coleta e transporte das águas pluviais, dos esgotos domésticos, dos eventuais despejos industriais e as águas de infiltração numa única rede de canalizações. No sistema misto, a rede é projetada para receber o esgoto sanitário e mais uma parcela das águas pluviais e no sistema separador, os esgotos sanitários são coletados e transportados em canalização completamente separada daquela em que escoam as águas pluviais (FUNASA, 2015). No Brasil, de acordo com o Decreto N° 7.217/2010 (BRASIL, 2010) e do mesmo modo no estado de Minas Gerais conforme Decreto N° 44.884/2008 (MINAS GERAIS, 2008) não é permitido o uso do sistema unitário e do sistema misto.

No município de Caxambu foi relatada a ocorrência de lançamentos clandestinos de esgotos no sistema de drenagem pluvial, mas não há identificação dos pontos de origem destes lançamentos. O indício do problema relatado é o odor de esgotos próximos às bocas de lobo. O lançamento de esgotos no sistema de drenagem aumenta a carga poluidora contida no escoamento superficial afetando a qualidade da água do corpo receptor, contribuindo para a poluição dos mananciais.

6.7. Ocorrência de desastres naturais no município relacionados com os serviços de manejo de águas pluviais

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais é um produto da pesquisa que resultou do acordo de cooperação entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, da Universidade Federal de Santa Catarina (BRASIL, 2013). Ele contém os registros de desastres ocorridos em todo o território nacional no período de 22 anos (entre 1991 e 2012). Nesse atlas são abordados 9 desastres, sendo eles: inundação, enxurradas,

alagamentos, estiagem e seca, vendaval, granizo, movimentos de massa, erosão, incêndio florestal. Entende-se que apenas o incêndio florestal não tem relação direta com o manejo de águas pluviais, e portanto, ele não será tratado nesse item.

As **inundações** compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos, segundo a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), instituída por meio da Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012 (BRASIL, 2012). Elas referem-se à submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície (BRASIL, 2012). Já as enchentes são como fenômenos temporários que correspondem à ocorrência de vazões elevadas num curso de água, com eventual inundação dos seus terrenos marginais (GONTIJO, 2007). Isso significa dizer, que nem toda enchente irá gerar uma inundação. As enchentes ocorrem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha principal, e então ocorre o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (TUCCI, 1993; LEOPOLD, 1994).

Segundo a COBRADE, as inundações bruscas passaram a ser denominadas **enxurradas** e são definidas como: escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial (BRASIL, 2012). Em relação ao seu local de ocorrência, Amaral e Ribeiro (2009) argumentam que os vales encaixados (em V) e vertentes com altas declividades predispõem as águas a atingirem grandes velocidades em curto tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Dessa maneira, as enxurradas tendem a ocorrer em áreas ou bacias hidrográficas pequenas e declivosas, com baixa capacidade de infiltração ou solos rasos que saturam rapidamente ou ainda em locais urbanizados (TUCCI, COLLISCHOON, 2006; SUN, ZHANG e CHENG, 2012).

Os **alagamentos** caracterizam-se pela "extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas" e da topografia suave (CERRI, 1999). De modo geral, a urbanização promove a canalização dos rios urbanos e as galerias acabam por receber toda a água do escoamento superficial. Esses conceitos já ultrapassados dos projetos de drenagem urbana, que têm como filosofia escoar a água

precipitada o mais rapidamente possível para jusante, aumentam em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação e alagamentos à jusante (CHOW e MAYS, 1988).

Os desastres relativos aos fenômenos de **estiagens e secas** compõem o grupo de desastres naturais climatológicos, conforme a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). O conceito de estiagem está diretamente relacionado à redução das precipitações pluviométricas, ao atraso dos períodos chuvosos ou à ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição. Assim, a estiagem, enquanto desastre, produz reflexos sobre as reservas hidrológicas locais, causando prejuízos à agricultura e à pecuária (CASTRO, 2003). O fenômeno de seca, do ponto de vista meteorológico, é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes (CASTRO, 2003). Sendo assim, seca é a forma crônica do evento de estiagem (KOBIYAMA *et al.*, 2006).

Quanto à sua origem, segundo Brasil (2012), **vendaval** é enquadrado como desastre natural de causa meteorológica relacionado às tempestades, por meio da intensificação do regime dos ventos. Assim, os vendavais normalmente são acompanhados por precipitações hídricas intensas e concentradas, que caracterizam as tempestades. Além das chuvas intensas, podem ser acompanhados ainda por queda de granizo ou de neve, quando são chamados de nevascas.

Os **granizos**, também conhecidos por saraivada, de acordo com a COBRADE compõem o grupo de desastres naturais meteorológicos relacionados às tempestades. São caracterizados por precipitação sólida de pedras de gelo, transparentes ou translúcidas, de forma esférica ou irregular, de diâmetro igual ou superior a 5 mm (VAREJÃO SILVA, 2001). A agricultura é um dos setores econômicos que mais sofrem com este fenômeno, pois plantações inteiras podem ser destruídas, dependendo da quantidade e dos tamanhos das pedras de gelo Tavares (2009).

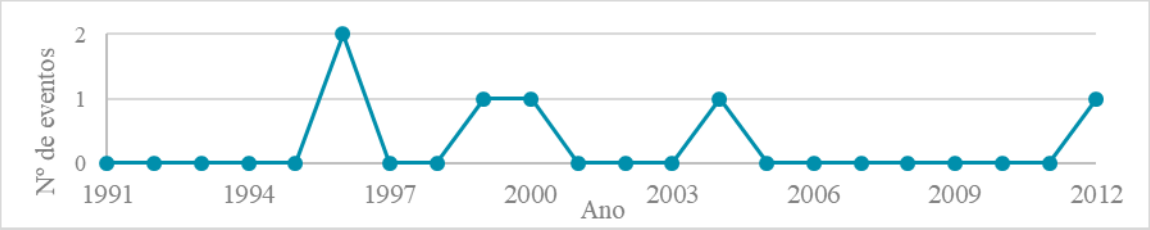
Na COBRADE, os **movimentos de massa** estão na categoria de desastres naturais do tipo geológico. Esses movimentos estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade deste material se desloca para fora e para baixo desta feição. Entre as causas externas mais comuns estão os movimentos de massa induzidos por cortes excessivos no pé das encostas durante a construção de rodovias e a forma de ocupação desordenada das encostas pelo homem. Neste tipo de ocupação os principais problemas estão

associados aos cortes e aterros, efetuados para se criar uma região plana para a construção de moradias, à drenagem das águas servidas e águas pluviais e ao lançamento inadequado de lixo (BRASIL, 2013).

Integrante da dinâmica superficial da terra, a **erosão** constitui-se como o principal modelador fisiográfico do planeta. Ela pode ser descrita como um conjunto de fenômenos naturais envolvendo a formação de materiais detríticos provenientes da decomposição e desagregação das rochas e solos das camadas mais superficiais da crosta terrestre (CARVALHO e colaboradores, 2006). O mais comum é classificar a erosão em quatro grandes grupos: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão organogênica (CARVALHO e colaboradores, 2006). Dentre as tipologias, a erosão hídrica, ou derivada do fator água, é a mais atuante no território brasileiro. Associados à precipitação de chuvas, canais de drenagem dos rios e, nas regiões costeiras, sob a ação do mar, os processos erosivos modelam a paisagem e ocasionam desastres pela proximidade humana (BRASIL, 2013).

Conforme dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC, 2013), foram registados 1 evento de alagamento, em 2012, 3 eventos de enxurrada, em 1996, 1999 e 2004, 1 evento de inundação em 2000 e 1 vendaval em 1996 no município de Caxambu entre os anos de 1991 e 2012, não havendo registros de eventos dos demais desastres durante o período no município. A Figura 134 apresenta detalhadamente a ocorrência dos eventos citados anteriormente no município de Caxambu, entre 1991 e 2012.

Figura 134 – Ocorrência de eventos de alagamentos, enxurradas, inundação e vendaval no município de Caxambu, 1991 a 2012



Fonte: UFSC, 2013

De acordo com a Secretaria Municipal de Saúde, ocorrências de inundações devem ser registradas por boletins pela Vigilância Sanitária e Ambiental. No entanto, representantes da Vigilância não souberam informar sobre histórico de inundações no município.

Apesar do baixo número de registro de desastres naturais (Figura 134), é importante salientar os riscos identificados no município no que tange ao manejo das águas pluviais. A ocupação

irregular das margens dos cursos d'água, o desmatamento, principalmente das matas ciliares, a ausência e deficiência de estruturas adequadas de manejo de águas pluviais são fatores que possibilitam a ocorrência dos desastres naturais que podem trazer danos a vida e saúde da população assim como ao meio ambiente. No entanto, a partir das informações do Atlas de Desastres percebe-se que no ano de 1996 foi o ano que ocorreu um maior número de eventos climáticos no município, como enxurrada e vendaval.

No tocante à gestão dos serviços públicos de saneamento básico, foi possível constatar que as fragilidades dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais estão relacionadas com outras políticas municipais territoriais. Nesse sentido, observou-se que áreas de loteamento, onde há exposição dos solos, potencializam fenômenos consecutivos de erosão, transporte de sedimentos e assoreamento de cursos d'água. Essa dinâmica de movimento das águas pluviais e transporte de sedimentos foi constada em entrevistas com representantes da população e por conversas com gestores da Prefeitura Municipal, a partir das quais foi construída a Tabela 76.

Tabela 76 – Relação de bairros urbanos e locais com efeitos de ação pluvial por microbacia hidrográfica de Caxambu

Microbacia hidrográfica	Áreas com exposição de solos e potencial erosivo	Curso d'água relacionado	Sinais de assoreamento	Processos de erosão pluvial
Ribeirão Bengo	· Jardim das Nações · Parque dos Ipês · Vista Alegre	Ribeirão Bengo	Lago do Parque das Águas	-
	· Jardim Paulo Maia · Jardim Alice II	Córrego do Ata	Córrego do Ata	-
Ribeirão de João Pedro	· Águas Cristalinas · Jardim das Colinas · Talismã · Vila Santo Antônio · Santa Tereza · Caxambu Velho · Padre Leo · Vila Verde IV	Córrego da Glória	Encontro com Ribeirão de João Pedro na região do Bairro Caxambu Velho	Belvedere Santa Teresa
		Córrego dos Marques	-	Caxambu Velho
		Córrego do Tipi	-	-
		Córrego do Alvorada	-	Jardim Alvorada Padre Leo
		Ribeirão João Pedro	-	Padre Leo
			Lagoa da Estrada Real	Vila Verde IV

Entre as ocorrências mencionadas na Tabela 76, foi possível registrar as situações apresentadas nas Figura 135, Figura 136, Figura 137 e Figura 138.

Figura 135 – Barreira de contenção do escoamento de águas pluviais para controle da erosão de talude à jusante, Avenida Joaquim Pereira, Bairro Belvedere

A linha tracejada em vermelho indica a estrutura de proteção para evitar o alcance de pedestres. A linha tracejada em amarelo indica a barreira feita com sacos de areia para conter o escoamento das águas de chuva e proteger a erosão do talude abaixo da rua.

Figura 136 – Talude exposto com evidente processo erosivo, Avenida Getúlio Vargas, Bairro Centro (deslizamento ocorreu de terra em meados de 2019/2020)

Figura 137 – Risco geotécnico, Avenida Antônio Ferreira da Silva, Bairro Caxambu Velho, 2011

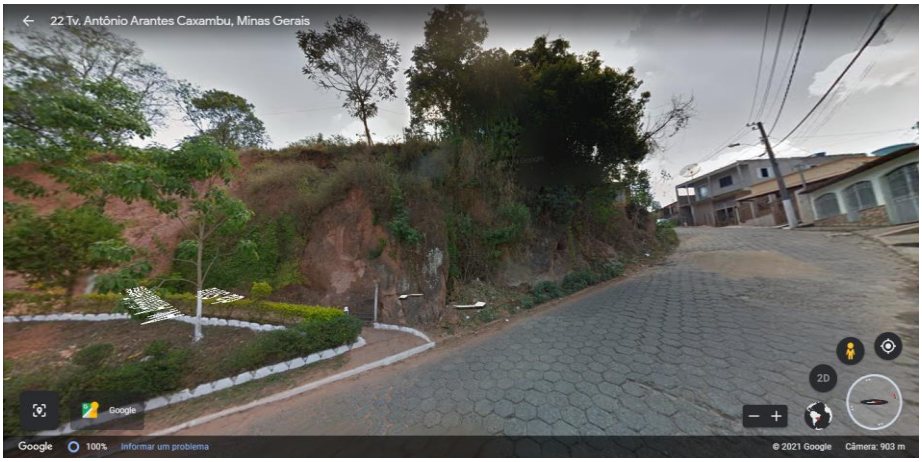


Figura 138 – Voçoroca entre os Bairros Jardim Alvorada e Padre Leo

6.8. Identificação e análise da situação econômico-financeira dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais

Analisando o Plano Plurianual de Caxambu entre os anos de 2018 e 2021, nele é apresentado que, para a secretaria de obras, trânsito e serviços urbanos serão destinados entre os anos de

2020 e 2021 para a *"implementação, fomento e manutenção de obras e serviços públicos"*, um montante de R$ 800.000,00 e R$ 200.000,00 para a área de *"saneamento"*.

6.9. Caracterização dos serviços de manejo de águas pluviais segundo indicadores do Sistema de Informações sobre Saneamento – SNIS

Caracterizar um município por meio de indicadores é uma tarefa que exige um esforço do titular e prestador de serviços, especialmente no tocante ao manejo das águas pluviais. Grande parte dos municípios brasileiros não realizam o monitoramento de informações relacionadas a este componente do saneamento, a exemplo da extensão da rede de água pluvial, mapeamento desta quantidade de estruturas de micro e macrodrenagem, mapeamento das áreas de risco de inundação e deslizamento, entre outras. Nos municípios de pequeno porte esta situação torna-se mais complicada, uma vez que há escassez de recursos financeiros, recursos humanos e profissionais capacitados para desempenhar as funções relacionadas ao manejo das águas pluviais.

Desde 2018, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento -SNIS divulga o Diagnóstico do Serviço de Águas Pluviais dos municípios brasileiros, sendo que até o presente foram divulgados os diagnósticos referentes aos anos de 2015, 2017 e 2018. Entende-se que, apesar de se analisar com restrições as informações apresentadas no SNIS, por ocasião dos dados serem autodeclarados pelas prefeituras municipais, é de extrema importância que todos os municípios disponibilizem tais informações. Além disso, no atual cenário brasileiro, onde são escassas as informações sobre o manejo das águas pluviais, as informações presentes no SNIS auxiliam em diversos estudos e pesquisas, bem como na elaboração de um Plano Municipal de Saneamento Básico.

No entanto, no diagnóstico atual de manejo das águas pluviais publicado no ano de 2020 (SNIS, 2020), apenas 64,7% dos municípios brasileiros prestaram as informações ao SNIS. Por isso, é necessário que os municípios se organizem e se estruturem adequadamente para monitorar os indicadores propostos no SNIS, fornecendo ao órgão federal informações mais próximas da realidade de cada localidade. Estas informações são de suma importância, pois são utilizadas como uma das fontes para a elaboração de políticas públicas específicas para este componente do saneamento.

6.9.1. Aspectos caracterizados nos serviços e indicadores analisados referente ao município de Caxambu

Analisando-se os indicadores e informações presentes no SNIS, bem como suas respectivas finalidades, selecionaram-se os seguintes indicadores para auxiliar na caracterização e na etapa de diagnóstico do PMSB de Caxambu:

1. **Dados de infraestrutura**

a) IN021 - Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana: Medir a relação entre a extensão de vias urbanas com canais subterrâneos e a extensão total de vias urbanas;

b) IN026 - Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização aberta: Avaliar a proporção de cursos de água perenes canalizados a céu aberto em relação ao total de cursos de água urbanos. Entende-se por "curso d'água natural perene" qualquer manancial de água corrente com disponibilidade hídrica praticamente ininterrupta, ou seja, é um corpo de água fluente que possui fluxo o ano todo, ou pelo menos em 90% do ano, em canal bem definido. Rios, córregos, riachos, regatos, ribeiros são exemplos de cursos d'água, os quais são alimentados por águas provenientes de escoamento superficial (parte das águas que não infiltram no solo e tampouco evaporam) e subsuperficial (parte das águas que infiltram no solo);

c) IN027 - parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização fechada: Avaliar a parcela de cursos de água naturais, perenes que foram canalizados em galerias fechadas;

d) IE016 - Tipo de sistema de drenagem urbana**:** Informar qual o tipo predominante de sistema de drenagem de águas pluviais urbanas existente no município. O sistema de drenagem compreende a totalidade das estruturas projetadas para promover o esgotamento das águas pluviais. Entende-se por "sistema unitário ou misto" a rede pública utilizada para coleta e transporte das águas pluviais urbanas e do esgoto sanitário, ambos no mesmo sistema. Entende-se por "sistema separador ou exclusivo" a rede pública utilizada para coleta e transporte exclusivamente das águas pluviais urbanas;

e) IE031 - Existem cursos d'água naturais perenes dentro da zona urbana? Informar se existem cursos d'água naturais perenes na área urbana total do município.

2. **Dados de gestão de riscos**

a) IN040 - Parcela de domicílios em situação de risco de inundação: Avaliar a quantidade de domicílios urbanos sujeitos a riscos de inundação em relação à quantidade total de domicílios urbanos do município;

b) IN041 - Parcela da população impactada por eventos hidrológicos: Avaliar a parcela da população desabrigada ou desalojada, na área urbana do município, devido a eventos hidrológicos no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (S2ID);

c) RI009 - Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos? Informar se já foi feito, até o ano de referência, o mapeamento das áreas de risco de inundação dos córregos e rios urbanos do município. Entende-se por "mapeamento de áreas de risco" o levantamento ou medição das áreas onde existe a possibilidade de ocorrência de eventos adversos. O mapa de risco é um documento gráfico e textual para identificar o cenário de riscos, ameaças e condições de vulnerabilidades da população. Significa imaginar para antecipar mentalmente como pode ver-se afetada uma comunidade determinada. Um mapa de riscos de uma comunidade ou área geográfica assinala os lugares e construções – casas, escolas, instalações etc. – que poderiam ver-se adversamente afetados em uma situação de emergência. Para isso é preciso determinar no mapa as zonas e elementos que se encontram em risco. Deve ser elaborado a partir de atividades de consulta com pessoas e grupos com diferentes especialidades (inclusive de crianças e adolescentes), discutindo as alternativas para reduzir o risco. A avaliação dos riscos realizada coletivamente constitui um poderoso instrumento de educação e influencia a comunidade para aumentar a consciência pública sobre os riscos de desastres. Também facilita a participação na tomada de decisões, a planificação das ações para a resposta e para o desenvolvimento. Os envolvidos na elaboração do mapa percorrem a comunidade para o reconhecimento das diferentes áreas afetadas ou potencialmente afetadas. Alguns dos elementos a considerar para elaborar um mapa de riscos são: limites territoriais; vias de acesso; recursos naturais; infraestrutura de

todo tipo; escolas, centros de saúde; outros equipamentos sociais; lugares produtivos (cultivos); redes de água potável; depósitos de lixo; sistema de drenagem; acesso à energia elétrica; áreas seguras mais próximas; áreas mais afetadas; informação epidemiológica; meios de comunicação.

3. **Dados sobre cobrança**

CB001 - Existe alguma forma de cobrança ou de ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas? Informar se existe alguma forma de cobrança aos usuários – seja direta, por meio de tarifas ou preços públicos, taxas ou contribuição de melhoria; seja por ônus indireto, como a inclusão no cálculo do IPTU – em razão do uso efetivo ou pela disposição dos serviços (infraestrutura instalada) de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

4. **Dados financeiros**

AD003 - Quantidade total de pessoal alocado nos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: Valor da soma das quantidades totais de pessoal próprio e de pessoal terceirizado atuantes nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, no último dia do ano de referência.

A Tabela 77 apresenta os resultados dos indicadores selecionados para caracterizar o serviço de manejo de águas pluviais do município de Caxambu, nos anos 2017 e 2018.

Tabela 77 – Indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) utilizados para caracterizar o serviço de manejo de águas pluviais de Caxambu

Indicador	2017	2018
Dados de infraestrutura		
IN021 - Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (%)	21,4	23,6
IN026 - Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização aberta (%)	S.I.	S.I.
IN027 - Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização fechada (%)	S.I.	S.I.
IE016 - Tipo de sistema de drenagem urbana	Exclusivo para drenagem	Exclusivo para drenagem
IE031 - Existem cursos d'água naturais perenes dentro da zona urbana?	Não	Não

Indicador	2017	2018
Dados de gestão de riscos		
IN040 - Parcela de domicílios em situação de risco de inundação (%)	0,6	0,6
IN041 - Parcela da população impactada por eventos hidrológicos (%)	0	0
RI009 - Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?	Não	Não
Dados sobre cobrança		
CB001 - Existe alguma forma de cobrança ou de ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas?	Não	Não
AD003 - Quantidade total de pessoal alocado nos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (pessoas)	0	0

*S.I. = Sem informação

Fonte: SNIS – MDR, 2015; 2017

Analisando os indicadores relacionados à infraestrutura do serviço de manejo de águas pluviais de Caxambu, observa-se que o município apresenta um baixo percentual de cobertura por rede de água pluvial na área urbana no município (23,6%), entende-se que se torna necessário um maior investimento neste eixo do saneamento com a finalidade de aumentar o percentual de rede de água pluvial no município e com isso amenizar os problemas relatados no município com relação a inundações nos períodos com alto índice pluviométrico.

A partir das informações prestadas, ressalta-se o baixo percentual de domicílios em situação de inundação (0,6%), bem como a inexistência de pessoas que foram desabrigadas ou desalojadas em por eventos de inundações.

Destaca-se ainda que no município há uma rede exclusiva para as águas pluviais e que não há uma cobrança exclusiva aos caxambuenses com relação ao serviço de manejo das águas pluviais.

6.9.2. Comparação dos indicadores do município de Caxambu com outros municípios

Nesse item é apresentada uma comparação entre os indicadores sobre a prestação dos serviços de manejo de águas pluviais de Caxambu e outros municípios, bem como com a média estadual e com a média nacional, objetivando observar em que medida Caxambu acompanha outros municípios ou supera no tocante à qualidade da prestação dos serviços e à universalização do acesso. Ressalta-se que a comparação entre esses indicadores requer um

grau de aprofundamento maior, conhecendo-se as particularidades dos serviços nos municípios objetos de comparação, o que não é possível no âmbito do PMSB.

Nesse contexto, a título de ilustração, foram escolhidos quatro indicadores – considerados representativos gerais do manejo de águas pluviais – para serem comparados com outros dois municípios, para o ano de 2017. Os indicadores selecionados foram:

a) IN041 - Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos;
b) CB001 - Existe alguma forma de cobrança ou de ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?
c) IE016 - Tipo de sistema de Drenagem Urbana
d) RI009 - Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?

Os municípios selecionados foram: Baependi e Campanha. A escolha destes municípios deve se ao fato que eles estão localizados na mesma bacia hidrográfica, uma certa similaridade do nível de urbanização e porte populacional.

As informações comparadas estão indicadas na Tabela 78. Vale mencionar que as comparações possuem limitações, porque, ainda que o indicador tenha sido calculado com os mesmos tipos de informação para escala comparada (município, Estado de Minas Gerais e Brasil), há características peculiares de cada caso que influenciam no resultado do indicador, como, por exemplo, a ausência de cursos d'água perenes no município, que por sua vez não sofre com problemas de inundações e, portanto, terá outras prioridades no manejo da gestão das águas pluviais.

Tabela 78 – Comparativo dos indicadores dos serviços de manejo de águas pluviais dos municípios Caxambu, Baependi e Campanha, ano 2018

Dados comparativos	Município		
	Caxambu	Baependi	Campanha
Prestador do serviço	Prefeitura municipal	Prefeitura municipal	Prefeitura municipal
População total em 2010 (habitantes)	21705	18307	15433
População urbana (%)	97,9	72,4	86,3
População rural (%)	2,1	27,6	13,7

Dados comparativos	Município		
	Caxambu	Baependi	Campanha
IDH	0,743	0,681	0,709
IN041 - Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos (%)	0	0	0
CB001 - Existe alguma forma de cobrança ou de ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?	Não	Não	Não
IE016 - Tipo de sistema de Drenagem Urbana	Exclusivo para drenagem	Exclusivo para drenagem	Exclusivo para drenagem
RI009 - Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?	Não	Sim	Não

*SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Fonte: IBGE, 2010; SNIS – MDR, 2017

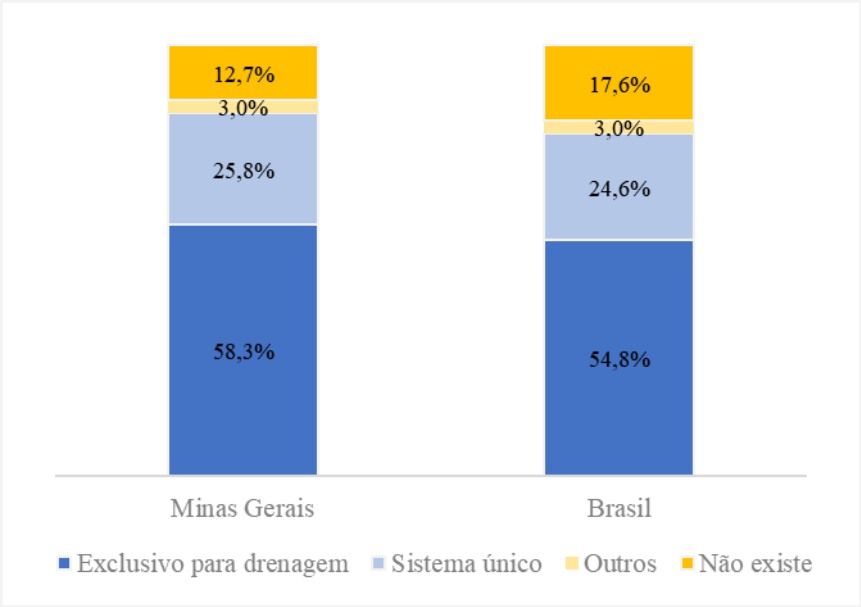
Conforme pode ser observado na Tabela 78, os serviços de manejo de águas pluviais de Caxambu, Baependi e Campanha são prestados pela administração direta. Nota-se que a parcela da população impactada por eventos hidrológicos nesses municípios corresponde a 0,0%. A parcela da população impactada por eventos hidrológicos no estado de Minas Gerais corresponde a 0,1% e, no Brasil, corresponde a 0,3% (MDR, 2017). Portanto, Caxambu encontra-se equiparado aos municípios de Baependi e Campanha no que se refere a esse indicador e abaixo do percentual nacional.

Assim como os municípios de Baependi e Campanha, Caxambu não possui forma de cobrança ou de ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, condizendo com o cenário nacional, uma vez que somente 6,0% dos municípios brasileiros possuem algum tipo de cobrança ou ônus (MDR, 2017). No cenário estadual, há um percentual maior de municípios que possuem algum tipo de cobrança ou ônus, porém esse total representa uma minoria de municípios mineiros, haja vista que cerca de 7,6% dos municípios de Minas Gerais responderam afirmativamente para esse indicador (MDR, 2017).

A respeito do tipo de sistema de drenagem urbana (Figura 139), em 17,6% dos municípios do Brasil não existe sistema de drenagem, 54,8% possuem sistema exclusivo para drenagem e 24,6% têm sistema único, em que a coleta e transporte das águas pluviais urbanas e do esgoto sanitário acontecem no mesmo sistema. Em Minas Gerais, 12,7% dos municípios não possuem sistema de drenagem, 58,3% têm sistema exclusivo para drenagem, e em 25,8% o sistema é único. Nesse contexto, o fato de Caxambu apresentar sistema exclusivo para

drenagem urbana, além de ser um aspecto favorável para o município, o coloca em uma situação melhor que uma considerável parcela dos municípios brasileiros que não possui sistema de drenagem urbana.

Figura 139 – Tipos de drenagem urbana no estado de Minas Gerais e no Brasil, 2018



Fonte: SNIS – MDR, 2017

Por fim, sobre o mapeamento de áreas de risco de inundação, 70,1% dos municípios do Brasil não possuem esse mapeamento e, em Minas Gerais, esse número sobe para 72,9% (MDR, 2017), de modo que os municípios de Caxambu, Baependi e Campanha se encontram no mesmo quadro da maioria dos municípios brasileiros.

Portanto, ao comparar indicadores dos serviços de manejo de águas pluviais do município de Caxambu com os de outros municípios e com os dados de Minas Gerais e do Brasil, observa-se que Caxambu possui similaridades em certos aspectos.

6.10. Identificação e análise de deficiências e potencialidades dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais

A análise das imagens de estruturas de drenagem pluvial, das entrevistas com representantes da população e da Prefeitura Municipal, bem como do conteúdo de documentos e outras leis municipais permitiu levantar as seguintes deficiências da situação dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais em Caxambu:

- Obstrução de bocas de lobo e entupimento de bueiros e galerias por acúmulo de resíduos sólidos urbanos, resíduos verdes e sedimentos de terra e areia;
- Uso de canais escavados no solo para macro drenagem superficial das águas pluviais;
- Ocorrências de inundações na Avenida Ápio Cardoso e em trechos do Córrego do Ata nos Bairros Jardim Alice e Santa Rita;
- Alagamentos concentrados na Avenida Camilo Soares e quarteirões do entorno;
- Formação de correntezas pelo concentrado escoamento das águas de chuva em bairros de relevo íngreme;
- Risco para trânsito de veículos em vias públicas e de pedestres em calçadas pela ocorrências de inundações e alagamentos;
- Risco à saúde pública pelo potencial de transmissão de doenças de veiculação hídrica por inundações e alagamentos;
- Geração de focos de proliferação de vetores de dengue e chikungunya;
- Ruptura de pavimento de vias públicas;
- Erosão pluvial em margens de cursos d'água sem mata ciliar;
- Risco geotécnico de deslizamento de terra em encostas com formação de voçorocas;
- Assoreamento de cursos d'água.

No âmbito da gestão municipal, as possíveis causas das situações identificadas acima são:

- A Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos, responsável pelos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, não possui um planejamento sobre as atividades de limpeza e manutenção preventiva das estruturas de micro e macrodrenagem das águas pluviais, bem como não possui cadastramento da rede de drenagem pluvial da área urbana de Caxambu;
- Os serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública urbana, aparentemente, não têm sido sufientes para dar manutenção de bocas de lobo e margens de cursos d'água;
- As atividades de manutenção dos serviços de esgotamento sanitário, aparentemente, não têm sido suficientes para identificar conexões com rede de drenagem pluvial ou possíveis vazamentos de interceptores nos cursos d'água;
- As políticas municipais pautadas nos Códigos de Obras, de Posturas, aparentemente, não têm sido tão efetivas para garantir o controle sobre processos consecutivos de erosão pluvial e transporte de sedimentos relacionados a obras de construção civil;

- As políticas municipais de recursos hídricos, aparentemente, não têm sido efetivas para identificar, proteger e preservar áreas de nascentes e margens de cursos d'água.

Contudo, é importante destacar os seguintes pontos positivos e favoráveis para a busca de soluções:

- A população que participou das entrevistas individuais demonstrou conhecer a dinâmica das águas pluviais no território onde vive, e apontou a educação e a mobilização social como principais estratégias para melhorar a qualidade de vida em cada bairro;
- Muitos moradores já atuam como protetores de recursos hídricos em Caxambu. Foram observadas iniciativas de proteção de nascentes, de limpeza de margens de cursos d'água, de solicitação de manutenção de estruturas de esgotamento sanitário e drenagem pluvial; de preocupação com o assoreamento dos canais; de produção artística sobre as águas de Caxambu;
- A população caxambuense tem afeto pelas águas minerais do Parque das Águas, sendo o consumo parte do abastecimento de água e da cultura da população, o que pode favorecer a mobilização social voltada para a melhoria da drenagem e do manejo das águas pluviais, com destaque para as áreas de recarga natural do aquífero fissural de águas minerais;
- Muitos dos gestores da Prefeitura Municipal – de cargos comissionados e efetivos – demonstraram interesse em acompanhar o processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), fornecer informações, orientar a Equipe UFMG/Projeto SanBas, bem como atuar na execução do Plano; e
- Vereadores da Câmara Municipal demonstraram solicitude para coolaborar com o fornecimento de informações e acompanhar a elaboração do PMSB até a aprovação na forma de Lei e a execução das ações previstas.

É bom ponderar que as nascentes dos principais cursos d'água de Caxambu estão localizadas no território municipal. Isto significa que as soluções para os problemas de inundação e alagamentos podem ser encontradas no próprio território caxambuense, porque o município não depende da ação de nenhum outro município à montante.

Recomenda-se que o prognóstico para esse componente do saneamento básico em Caxambu considere fortemente a adoção de tecnologias de manejo das águas pluviais. É bom

acrescentar que a concepção de manejo das águas pluviais não está relacionada com a canalização de cursos d'água, mas com o uso de técnicas que promovam a infiltração das águas de chuva no solo e o controle da vazão de escoamento, com o objetivo de diminuir ou evitar a ocorrência de inundações e alagamentos. Soluções baseadas nessas técnicas têm igualmente efeitos positivos sobre problemas de formação de correntezas nas ruas devido ao escoamento superficial das águas du chuva.

É importante que a Prefeitura Municipal considere a educação a participação social como estratégia de tomada de decisão, e execução de obras e outras intervenções que sejam necessárias em cada bairro para que a população faça parte da solução e colabore com o cuidado e a manutenção das estruturas, bem como perceba e desfrute da melhoria da qualidade de vida.

7. GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O exercício da titularidade municipal no âmbito do manejo de resíduos sólidos e da limpeza urbana é normatizado por duas leis federais: 1) a Lei Federal n° 11.445/2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e, nesse âmbito, versa sobre as soluções para os resíduos sólidos gerados nos domicílios (resíduos sólidos domésticos) e os resíduos sólidos oriundos da limpeza pública (BRASIL, 2007). O conjunto desses resíduos, gerados em duas diferentes fontes, se refere aos resíduos sólidos urbanos. 2) a Lei Federal n° 12.305/2010 institui diretrizes nacionais relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos e versa sobre outros tipos[38] de resíduos sólidos, incluindo os resíduos sólidos da construção civil, de serviços de saúde, de atividades comerciais, industriais, etc. (BRASIL, 2010).

No Estado de Minas Gerais, as leis estaduais estão orientadas na mesma direção. A Lei n° 11.720, de 28 de dezembro de 1994, estabelece a Política Estadual de Saneamento Básico, destacando-se o objetivo central de assegurar a proteção da saúde da população e a salubridade ambiental urbana e rural. Por outra parte, a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, destacando-se que suas normas e diretrizes estão estabelecidas em consonância com as políticas estaduais de meio ambiente, educação ambiental, recursos hídricos, saneamento básico, saúde, desenvolvimento econômico, desenvolvimento urbano e promoção da inclusão social.

No tocante à legislação supracitada, a gestão integrada de resíduos sólidos no âmbito municipal, que intitula o presente tópico, está pautada na premissa do desenvolvimento sustentável e no controle social, e se refere à busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social, engloba atividades de elaboração e implementação do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, assim como sua fiscalização, revisão de seu conteúdo e avaliação de suas ações.

Nesse âmbito, cabe destacar algumas das competências estabelecidas pela legislação para o município e para o gerador de resíduos sólidos:

- Incumbe ao município:

[38] Essa Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

- as atividades de gestão integrada de resíduos sólidos (Lei n° 12.305/2010, art 10);
- elaborar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS[39]), podendo integrá-lo ao PMSB (Lei n° 12.305/2010, art. 19, inciso XIX, §1°);
- prestar os serviços públicos de manejo de resíduos sólidos urbanos de maneira direta ou indireta (Lei n° 12.305/2010, art. 26);
- fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema nacional de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos (Sinir) todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecidas em regulamento (Lei n° 12.305/2010, art. 12, parágrafo único).

- Incumbe ao gerador de resíduos sólidos
  - elaborar planos de gerenciamento[40];
  - designar técnico devidamente habilitado responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos (Lei n°12.305/2010, art. 22); e
  - manter atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente as informações sobre a implementação e a operacionalização do plano sob sua responsabilidade (Lei n° 12.305/2010, art. 23).

Há, ainda, competências dos atores envolvidos na logística reversa de resíduos sólidos, as quais serão tratadas especificamente, no item 7.4.3.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) deve ser elaborado pelo município e pode estar inserido no âmbito do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). O Termo de Referência da Funasa, publicado em 2018, orienta que o PMSB seja elaborado de modo a incorporar o PMGIRS. Por isso, o presente tópico apresenta o diagnóstico relativo ao conteúdo mínimo de ambos os planos mencionados. Faz-se saber,

[39] A elaboração do PMGIRS é uma condição para os municípios terem acesso a recursos da União, destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para essa finalidade (BRASIL, 2010b; 2010c).

[40] Obrigatoriedade para os geradores de resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de mineração; assim como os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos, gerem resíduos que, por sua composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal; as empresas de construção civil; os responsáveis por terminais e outros geradores de resíduos de serviços de transporte; os responsáveis por atividades agrossilvopastoris (Lei n° 12.305/2010, art. 20).

ainda, que, na mesma lógica, os demais produtos do presente PMSB incorporam o conteúdo mínimo do PMGIRS. Portanto, o PMSB de Caxambu inclui o PMGIRS do Município. As informações de diagnóstico apresentadas no presente tópico serão úteis para que a prefeitura municipal tenha melhores condições de promover a gestão integrada de resíduos sólidos.

Nesse contexto, são descritos no Diagnóstico Técnico-Participativo deste PMSB as principais características do município de Caxambu em relação às soluções dadas aos diferentes tipos de resíduos sólidos. Para tanto, cabe uma contextualização sobre a definição desses resíduos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define resíduos sólidos como:

> Art. 3 – (...)
>
> XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010b).

A classificação dos resíduos sólidos pode ser realizada a partir da identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, sendo essa a classificação estabelecida na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a). Desta forma, na Tabela 79 são apresentados os tipos de resíduos e suas respectivas definições, informações que serão utilizadas para fins de elaboração do PMSB do Município de Caxambu.

Tabela 79 – Classificação de resíduos sólidos de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos

Classificação		Descrição
Resíduos sólidos urbanos (RSU)	**Resíduos sólidos domiciliares (RSD)**	De origem das atividades domésticas nas residências, sua composição varia muito conforme a localização geográfica e o poder aquisitivo, podendo ser encontrados restos de alimentos, papel higiênico, papel, plástico, vidro, entre outros.
	Resíduos sólidos de limpeza pública (RSLP)	Aqueles resultantes das atividades de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana, tendo composição variável conforme o local e a situação onde é recolhido. Pode conter folhas de árvores, galhos e grama, cigarros, animais mortos, papel, plástico, restos de alimentos, entre outros.
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico		Gerados nas atividades relacionadas aos serviços de saneamento, a exemplo dos lodos gerados nas estações de tratamento, excetuando-se os classificados como resíduos sólidos urbanos.
Resíduos volumosos (RV)		Constituídos por peças de grandes dimensões como móveis e utensílios domésticos inservíveis, grandes embalagens e outros, têm como principal impacto o grande volume. Este tipo de resíduo, na maioria dos municípios, não é coletado pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional.
Resíduos de construção civil (RCC)		Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. São componentes presentes nos RCC o concreto, tijolos, areia, solo, poeira,

Classificação	Descrição
	lama, rocha, asfalto, metais, madeiras, papel e matéria orgânica. Esse tipo de resíduo apresenta baixa periculosidade, sendo enquadrado pela NBR nº 10.004 de 2004 como resíduos classe IIB, ou seja, não perigosos e inertes. O principal impacto desse tipo de resíduo, assim como os resíduos volumosos, é o grande volume gerado.
Resíduos de serviços de saúde (RSS)	Gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama (Sistema Nacional do Meio Ambiente) e do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária), composto, entre outros, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). De acordo com a Resolução Conama nº 358/2005, os geradores de RSS podem ser todos os estabelecimentos de serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares. Podem ser constituídos por resíduos perfurocortantes (seringas, agulha), contaminantes (curativos e outros materiais que podem apresentar algum tipo de contaminação por agentes patogênicos), químicos, radioativos e comuns, como os recicláveis (CONAMA, 2005)
Resíduos com logística reversa obrigatória	A logística reversa é caracterizada na PNRS como um instrumento de desenvolvimento econômico e social, na qual cabe aos consumidores efetuar a devolução dos produtos e embalagens sujeitos a este sistema, aos comerciantes ou distribuidores destes resíduos. Esses, por sua vez, devem efetuar a devolução destes resíduos aos fabricantes ou aos importadores dos resíduos, cabendo a esses últimos a responsabilidade de encaminhar o rejeito dos produtos e embalagens reunidas para disposição final ambientalmente adequada ou reutilizá-los no seu processo produtivo. São classificados como resíduos com logística reversa obrigatória os agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes.
Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais e devido a isso possuem composição muito diversificada, com uma grande quantidade de rejeitos considerada como perigosa. Podem ser constituídos por escórias (impurezas resultantes da fundição do ferro), cinzas, lodos, óleos, plásticos, papel, borrachas, entre outros.
Resíduos agrossilvopastoris	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais (cultivos, criações de animais, beneficiamento, processamento etc.), incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. Podem ser compostos por embalagens de defensivos agrícolas, restos orgânicos (palhas, cascas, estrume, animais mortos, bagaços, etc.), produtos veterinários, entre outros, ressaltando que as embalagens de defensivos fazem parte dos resíduos com logística reversa obrigatória e os produtos veterinários estão disciplinados pelas normas referentes aos resíduos de serviços de saúde.
Resíduos de serviços de transportes	Gerados em portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira. Os resíduos desses locais podem conter substâncias capazes de veicular doenças entre cidades, estados e países, por isso devem ter gerenciamento adequado. Eles podem ser constituídos de resíduos infectantes, resíduos químicos, resíduos orgânicos, embalagens em geral, material de escritório, cargas em perdimento, apreendidas ou mal acondicionadas, lâmpadas, pilhas e baterias, resíduos contaminados de óleo e resíduos de atividades de manutenção dos meios de transporte. Os resíduos que não apresentam risco de contaminação podem ser tratados como resíduo sólido urbano.

Classificação	Descrição
Resíduos de mineração	Gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minério, podendo ser constituídos de solo removido, metais pesados, restos e lascas de pedras, entre outros
Resíduos sólidos cemiteriais	Gerados nos cemitérios, como os resíduos da decomposição de corpos provenientes do processo de exumação, podendo conter também resíduos de outras tipologias como RSLP e RCC, gerados na manutenção do local.
Resíduos de óleos comestíveis	Gerados no processo de preparo de alimentos, podendo ser originados nos domicílios ou em estabelecimentos fabricantes de produtos alimentícios e do comércio, como bares e restaurantes.

Fonte: Adaptado de MMA, 2012; Brasil, 2010b

Já em relação à periculosidade, na Tabela 80 é apresentada a classificação dos resíduos, baseada na PNRS (BRASIL, 2010).

Tabela 80 – Classificação dos resíduos sólidos segundo periculosidade (Lei Federal nº 12.305/2010)

Classificação	Descrição
Resíduos perigosos	Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.
Resíduos não perigosos	Aqueles não enquadrados como resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de Brasil, 2010

Para fins do presente PMSB, será considerada a classificação da PNRS quanto à origem dos resíduos (Tabela 79), à luz e atendendo aos pressupostos da legislação vigente.

7.1. Caracterização da estrutura organizacional dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana

De acordo com a Lei Complementar nº 83/2019 que estabelece a Estrutura Administrativa da Prefeitura Municipal de Caxambu, a prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública é responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos. O organograma dessa Secretaria foi ilustrado pela Figura 75.

Atualmente, a prestação dos serviços está organizada da seguinte maneira:

- **Serviços de coleta convencional, transporte e disposição final**: prestados diretamente pela Secretaria de Obras, Trânsito e Serviços Públicos;
- **Coleta seletiva, transporte e destinação de resíduos recicláveis**: prestados pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Caxambu, ASCAMARC;

- **Serviços de varrição no Centro**: prestados diretamente pela Secretaria de Obras, Trânsito e Serviços Públicos;

- **Serviços de poda e capina nos bairros**: prestação indireta, licitada a uma empresa privada;

Para prestação dos serviços de coleta de resíduos domiciliares, comerciais e públicos, de varrição, capina, poda e operação do depósito de RSU, estão envolvidos 18 funcionários da Prefeitura Municipal, cujas funções estão apresentadas na Tabela 81.

Tabela 81 – Distribuição de funções e número de funcionários públicos municipais responsáveis pela prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos e limpeza pública

Tipo de serviço	Função	Número de funcionários (setor público)
Coleta convencional	Motorista	01
	Coletor	02
Coleta seletiva	Motorista	01
	Coletor	02
Varrição	Varredor	07
Capina	Capinador	02
Poda	Podador	01

Fonte: Projeto SanBas, 2021

7.2. Análise de planos municipais existentes na área de manejo de resíduos sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, estabelece que todos os municípios elaborem seus respectivos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS), sendo estabelecido no art. 19, § 9, que o município que optar por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, pode ser dispensado da elaboração de PMGIRS, desde que o plano intermunicipal preencha o requisito mínimo estabelecido para os planos intermunicipais. Ainda, o art. 18 da mesma Lei define que os municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, serão priorizados no acesso aos recursos da União (BRASIL, 2010). O município de Caxambu integra o Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Baependi, desde 02 de setembro de 1996, quando foi promulgada a Lei Municipal n° 1.309, autorizando o Poder Executivo do Município de Caxambu a participar do referido consórcio e a abrir crédito

especial, entre outras providências. De acordo com o art. 1° da mesma Lei, a participação de Caxambu no referido Consórcio tem como objetivo o "planejamento, cooperação técnica, a contribuição financeira e científica, para coordenação e execução de serviços na área do Meio Ambiente".

O Município de Caxambu não possui instrumentos de planejamento específicos para gestão integrada de resíduos sólidos, ou para os serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública. Dessa forma, o Plano Municipal de Saneamento Básico é o primeiro instrumento a orientar a ação pública nesse sentido.

7.3. Identificação da existência de programas especiais em manejo de resíduos sólidos

O município de Caxambu não possui programas especiais em manejo de resíduos sólidos e limpeza pública. Dessa forma, o Plano Municipal de Saneamento Básico é o primeiro instrumento a orientar a ação pública nesse sentido.

7.4. Descrição da situação dos resíduos sólidos gerados no município

As soluções para os resíduos sólidos gerados no território municipal dependem, entre outros fatores, do conhecimento sobre a quantidade de resíduos sólidos gerados e da caracterização desses resíduos, segundo a composição gravimétrica. A sequência de atividades encadeadas que possibilitam a coleta e o encaminhamento dos resíduos sólidos abrange etapas de acondicionamento, coleta, transporte, transbordo, triagem, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequadas.

A situação dos resíduos sólidos gerados no município de Caxambu está apresentada nos tópicos a seguir de acordo com as etapas supracitadas.

7.4.1. Situação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana

7.4.1.1. Geração e composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos

Para estimar a geração per capita e a composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos faz-se necessário obter informações sobre algumas variáveis, tais como população e quantidade de resíduos sólidos gerados no município.

Em relação à variável população, conforme a projeção populacional do IBGE para o ano de 2019 (mencionada no item 2.3.1 do presente Produto), a população total de Caxambu foi estimada em 21.656 habitantes, sendo que o Censo Demográfico 2010 registrou uma população de 21.705 habitantes no Município, sendo 453 habitantes da área rural. Em relação à quantidade de resíduos sólidos urbanos gerada no Município, tomou-se como referência o Relatório Municipal de Coleta Seletiva do Município de Caxambu[41], publicado em janeiro de 2020, encaminhado pelo Comitê Executivo à equipe da UFMG/Projeto SanBas.

De acordo com o referido Relatório, Caxambu gera 15 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia, na área urbana do Município. Isso significa, aproximadamente, a geração *per capita* de 0,70 kg/hab/dia, considerando a população urbana de referência do ano de 2010, valor que se manteria para a população estimada para o ano de 2019.

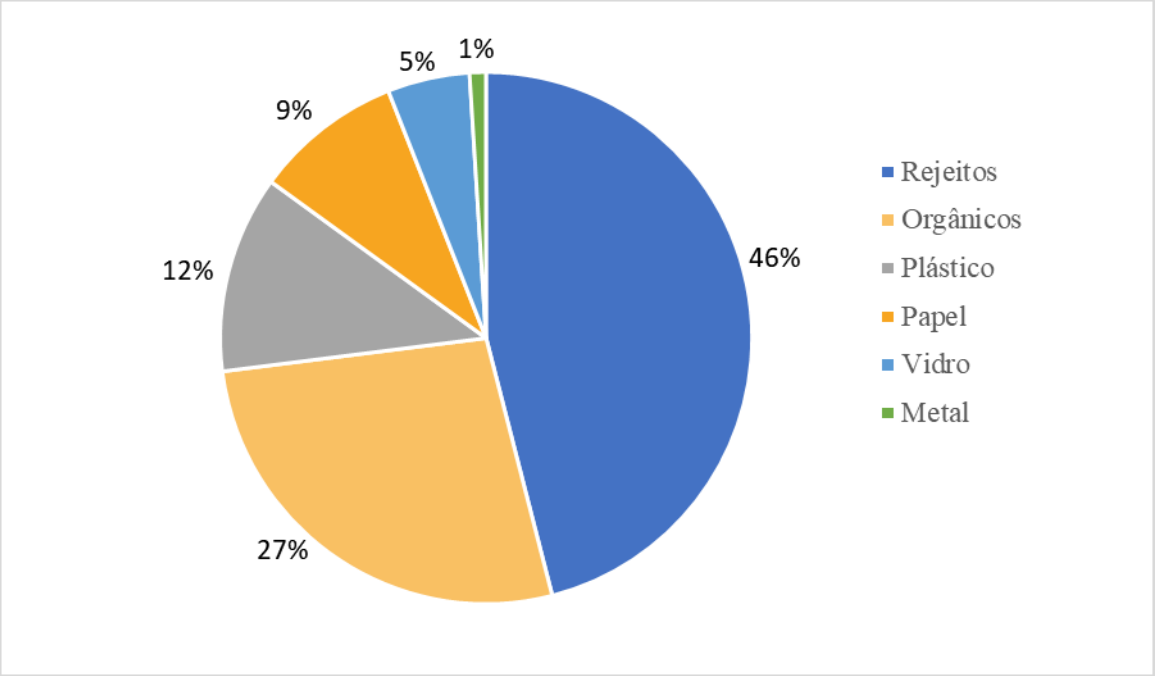
A composição gravimétrica de resíduos sólidos é uma informação sobre a proporção de cada tipo de resíduo sólido que compõe os resíduos domiciliares, apresentando, em geral, a composição de plástico, papel, metal, vidro, matéria orgânica e rejeitos. O Relatório Municipal de Coleta Seletiva do Município de Caxambu apresenta um estudo de composição gravimétrica, realizado em 2019, cujos ensaios de amostragem de resíduos contemplaram 12 bairros[42] urbanos (FEAM e GESOIS, 2020). Sobre o método de amostragem utilizado no estudo, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Caxambu informou à equipe da UFMG/Projeto SanBas que foram coletados resíduos domiciliares de alguns domicílios de cada bairro selecionado, sendo que a amostragem foi feita sobre a coleta convencional de resíduos sólidos – a qual é realizada nos bairros sempre após a coleta seletiva de resíduos recicláveis. Portanto, o estudo não contemplou a totalidade dos domicílios dos bairros selecionados e tampouco abarcou a totalidade dos resíduos sólidos gerados nesses domicílios, já que a fração reciclável foi entregue antecipadamente à coleta seletiva pelos moradores. A Figura 140 apresenta os resultados do referido estudo, indicando a proporção gravimétrica de cada tipo de resíduo encontrado na amostra total coletada.

---

[41] O Relatório é resultado de Termo de Parceria 048/2018 firmado entre a Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam) e o Instituto de Gestão de Políticas Sociais (Gesois), o qual teve como objetivo a implantação ou ampliação do Programa de Coleta Seletiva em 19 municípios do Estado de Minas Gerais, entre eles Caxambu. As atividades do referido Termo foram iniciadas em janeiro de 2019 e concluídas em janeiro de 2020 (FEAM e GESOIS, 2020).

[42] O estudo contou com dois ensaios. No primeiro, foram selecionados os bairros Caxambu Velho, Vila Verde I, II, III e IV, Vila Santo Antônio, Belvedere, Vale das Colinas, Vista Alegre e Centro. No segundo, foram selecionados Novo Horizonte, São Januário, Ferraz Caldas, Santa Rita e Trançador (FEAM e GESOIS, 2020).

Figura 140 – Composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos relativos à coleta convencional em área urbana de Caxambu



Fonte: Adaptado de FEAM, 2020

Como o referido Relatório apresenta um estudo sobre a coleta regular de resíduos sólidos (aquela que não inclui a fração reciclável – que é recolhida pela coleta seletiva), então é coerente que a fração de rejeitos seja a maior entre os demais tipos apresentados no gráfico da Figura 140 (47%). Mas, tal como destaca o referido Relatório (FEAM e GESOIS, 2020, p. 53) "o percentual de geração de resíduos orgânicos de Caxambu é baixo, comparado à média nacional (50%)". O estudo pondera que dentre os bairros selecionados há alguns formados pela população de alto poder aquisitivo – tipicamente geradora de menores proporções de resíduos orgânicos, e isso teria influenciado o cálculo da média dos resultados dos ensaios. O Relatório (FEAM, 2020) afirma, ainda, que a população caxambuense apresenta baixa adesão à coleta seletiva de resíduos recicláveis, o que foi constatado na mistura de resíduos úmidos e secos nas sacolas entregues à coleta seletiva. Por isso, é possível que parte da matéria orgânica gerada nos domicílios envolvidos no estudo tenha sido acondicionada juntamente com os recicláveis entregues à coleta seletiva. Cabe, ainda, atentar para o fato de que a identificação de resíduos recicláveis nas amostras coletadas pelo estudo (Figura 140) corrobora com a afirmação sobre a baixa adesão dos munícipes ao serviço de coleta.

Considerando as limitações do referido estudo gravimétrico, portanto, não é possível afirmar sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Caxambu. E,

por isso, é importante que seja realizado outro estudo zelando-se para atender o método de amostragem tal como orientado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM).

Não obstante, considera-se importante que a Prefeitura Municipal investigue possíveis razões para a reduzida proporção de resíduos orgânicos constatada no referido Relatório (FEAM e GESOIS, 2020), a fim de se conhecerem as práticas domiciliares e a percepção da população com relação ao que é lixo e ao destino da matéria orgânica gerada nos domicílios. A importância de se conhecer a rotina doméstica com relação aos resíduos sólidos tem a ver com a adoção de estratégias de mobilização e participação social e de adequação dos serviços de coleta.

7.4.1.2. Coleta convencional

A coleta convencional atende a totalidade da área urbana municipal e os bairros rurais Aeroporto, Mosteiro e Cascatinha. As demais áreas rurais não são atendidas por nenhum tipo de coleta.

A frequência de coleta em cada localidade é a seguinte:

- Centro: diariamente
- Demais bairros urbanos: três vezes por semana
- Aeroporto, Mosteiro e Cascatinha: semanalmente

Com relação à frota de veículos utilizados na coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, informou o conteúdo do cadastro na Prefeitura Municipal conforme Tabela 82.

Tabela 82 – Cadastro da frota de veículos utilizados na prestação de serviços públicos de manejo de resíduos sólidos urbanos pela Prefeitura Municipal de Caxambu

VEÍCULO	PLACA	ANO
Caminhão Iveco-pipa	ORC 8966	2013/2014
Caminhão Mercedes	ORC 9167	2013/2013
Caminhão Volks-pac2	OXE 9790	2014/2014
Caminhão Hyundai	QPY 1286	2018/2019
Caminhão 815s	CQO 9375	2005/2005
Patrol	N.I.	N.I.
Retroescavadeira Randon	N.I.	N.I.
Retroescavadeira JBC	N.I.	N.I.

(N.I.): Não Informado

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxambu, 2020

A Prefeitura Municipal não possui informação sobre a quantidade de RSU coletada, porque não é feita a pesagem dos veículos coletores ao final de cada rota de coleta. Porém, o Relatório Municipal de Coleta Seletiva de Caxambu (FEAM, 2020) registra uma geração de 15 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia no Município.

A atividade de coleta convencional é realizada da seguinte maneira: um grupo de coletores passa pelas ruas recolhendo os resíduos acondicionados porta-a-porta e reunindo-os em pontos estratégicos (geralmente em esquinas) para facilitar a rota de coleta; em seguida o caminhão coletor passa fazendo o recolhimento dos materiais, como ilustra a Figura 141.

Figura 141 – Coleta convencional, Bairro Santa Cruz

Observou-se que a equipe de coletores da coleta convencional utiliza equipamentos de proteção individual (EPI): botas, calça, camiseta, boné e luvas. No momento do registro fotográfico, o caminhão coletor apresentava boas condições de operação e higiene. No entanto, de acordo com um representante da Secretaria de Obras, Trânsito e Serviços Públicos, acontece de o caminhão de coleta convencional liberar chorume pelas vias públicas. Esse relato indica que a rota de coleta pode estar superdimensionada – a ponto de se formar o chorume – ou o tempo entre a disponibilização dos resíduos pelos moradores e a coleta não está curto o suficiente para evitar a formação de chorume.

Em geral a coleta convencional acontece ponto-a-ponto. Porém, durante o trabalho de campo da Equipe UFMG/Projeto SanBas destacaram-se dois pontos de coleta cuja estrutura foi providenciada com apoio da Prefeitura Municipal. Um deles está localizado no Bairro Bosque (Figura 142) e outro no Bairro Monjolinho (Figura 143).

Figura 142 – Ponto de coleta de resíduos sólidos urbanos, Bairro Bosque

Figura 143 – Ponto de coleta de resíduos sólidos urbanos, Bairro Monjolinho

Minimamente, a comparação entre as imagens das Figura 142 e Figura 143 permite afirmar que o apoio da Prefeitura Municipal não está na mesma medida. É importante que, quando a coleta convencional seja realizada ponto-a-ponto, a estrutura seja tal que permita aos moradores locais a disponibilização dos resíduos acondicionados de maneira segura e adequada. Em conversa com moradores do Monjolinho, foi solicitada a melhoria do local de coleta dos resíduos, de maneira, ainda, que seja facilitada a coleta convencional e a coleta seletiva, porque, nos modos atuais, não é possível distinguir os latões por tipo de resíduo, o que tem dificultado a coleta seletiva.

Foram registrados, contudo, variados pontos de descarte incorreto de RSU em vias públicas. Um exemplo está ilustrado na Figura 144.

Figura 144 – Depósito de resíduos domésticos* e resíduos verdes fora do horário da coleta convencional, Rua Dr. Enout com Avenida Governador Magalhães Pinto

(*) A primeira imagem mostra a sujeira após cães de rua terem rompido as sacolas em busca de alimento.

No registro da imagem (Figura 144), foi possível conversar com um morador assim que ele depositou os sacos de lixo ao pé da árvore. Ele afirmou que deixa os resíduos domésticos nesse ponto há muito tempo e que assim o faz porque a rua onde ele mora, no Bairro Ferraz Caldas, não é atendida pela rota da coleta convencional. Ele explicou que escolheu esse ponto para deixar os RSU porque observa que os operadores da coleta costumam reunir os resíduos e deixá-los ali para serem recolhidos pelo caminhão – o que, de fato, é a prática do serviço. Porém, quando perguntado sobre o horário da coleta e sobre os cachorros rasgarem as sacolas e sujarem a rua, o morador respondeu que quando isso acontece, o serviço de varrição passa para fazer a limpeza do local.

O relato do morador mostra que ele está insatisfeito por não ser atendido pelo serviço de coleta convencional porta-a-porta, o que deve ser verificado pela Prefeitura Municipal para ajustar a rota se for o caso. Porém, aparentemente, o morador atribui a higiene e a limpeza do ambiente à Prefeitura Municipal e se exclui da responsabilidade. Em caso de esse pensamento ser coletivo, é importante que o poder público municipal promova ações de conscientização e educação para que a população reconheça nela mesma uma parcela da responsabilidade sobre o cuidado com o ambiente onde vive, sem diminuir a obrigação legal do poder público sobre a gestão dos serviços de saneamento básico.

Outro exemplo de descarte incorreto de resíduos está ilustrado na Figura 145, que exibe sinais de queima de resíduos sólidos. Não foi possível investigar a que se deveu a queima, mas é importante que a Prefeitura Municipal verifique se a frequência de coleta tem sido efetiva no Campo do Meio e busque informar os moradores sobre o serviço, na medida do possível.

Figura 145 – Sinais de queima de resíduos sólidos, Bairro Campo do Meio

Outro exemplo de descarte incorreto de resíduos está indicado na Figura 146. Em conversa com moradores do Mombaça, foi relatado que muitas vezes ocorre de moradores da área urbana descartarem os resíduos na estrada vicinal.

Figura 146 – Descarte clandestino de resíduos sólidos urbanos, estrada vicinal para o Mombaça

Ao longo da estrada vicinal até o Mombaça foram observados pontos com resíduos de construção civil, resíduos volumosos e resíduos domésticos. Novamente, é importante que a Prefeitura Municipal busque verificar a efetividade da cobertura de atendimento por coleta

nas áreas urbanas e rurais, mas também busque informar, conscientizar e fiscalizar a população.

7.4.1.3. Coleta seletiva de resíduos recicláveis

A coleta seletiva é um instrumento da política pública de resíduos sólidos no Brasil. Considerando-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Política Estadual de Resíduos Sólidos, o serviço de coleta seletiva poderá ser prestado por organizações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda (Lei n° 12.305/2010, art. 36, inciso VI, §1°). Essas organizações, podem, inclusive, e nos termos da mesma Lei, atuar como prestadores de serviços em outras atividades relativas à gestão integrada de resíduos sólidos, conforme contratação pelo município.

Especificamente no tocante ao sistema de coleta seletiva, destaca-se que é obrigação dos consumidores acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, conforme estabelecido em plano municipal de gestão integrada (Lei n° 12.305/2010, art. 35). Por essa razão, entende-se que a população tem um papel importante no desempenho dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, à medida que colabora disponibilizando os resíduos domiciliares de maneira apropriada, de acordo com local, horário e frequência de coleta estabelecidos pela prefeitura municipal.

No Município de Caxambu, todos os bairros da Sede Municipal são atendidos pela coleta seletiva de recicláveis, mas a zona rural, atualmente, está excluída da cobertura do serviço. A coleta seletiva acontece da seguinte maneira:

- Área comercial: diariamente, de segunda à sábado,
- Demais bairros da Sede Urbana: duas vezes por semana, na modalidade porta a porta, em dias alternados à coleta convencional.

Entre os equipamentos e máquinas utilizados na coleta seletiva, os associados da ASCAMARC utilizam dois veículos: uma picape e um caminhão de carga (Figura 147).

Figura 147 – Caminhão da coleta seletiva de recicláveis saindo da Unidade de Triagem para realizar outra rota de coleta

Em conversa com membros da ASCAMARC foi relatado que muitas pessoas acondicionam corretamente os resíduos recicláveis, e que a Associação recebe muitas embalagens limpas pelos moradores em casa (Figura 148).

Figura 148 – Acondicionamento de resíduos recicláveis para coleta seletiva em domicílio da Rua Felipe Antônio de Miranda, bairro Alto Santa Cruz

No entanto, a ASCAMARC considera que ainda é necessário um trabalho amplo de informação para que os moradores saibam quais são os materiais recicláveis e a maneira adequada de entregá-los para coleta seletiva (Figura 149).

Figura 149 – Situação do ponto de coleta após coleta seletiva de recicláveis, Bairro Observatório

7.4.1.4. Prestação de serviços da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Caxambu, ASCAMARC

A Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Caxambu (ASCAMARC) possui estatuto de criação datado de novembro de 2009, e atualmente é formada por 14 associados.

A Unidade de Triagem de Caxambu é operada pela ASCAMARC e está localizada na Avenida Evaristo Sá Guedes, nº 1821, próximo à Rodovia BR-354. A Unidade é um galpão amplo, sem esteira de triagem ou demarcação de áreas para realização de atividades distintas, então a logística de trabalho varia diariamente no espaço do galpão, a depender da formação da equipe de trabalho e da quantidade de resíduos descarregados pelo caminhão coletor. Os materiais coletados são triados e prensados, embalados em sacolas (*big bags*) e comercializados.

Durante o trabalho de campo da Equipe UFMG/Projeto SanBas foi realizada uma visita técnica no galpão de triagem, bem como uma entrevista coletiva com os associados presentes. Assim, a Tabela 83 apresenta uma descrição geral das atividades da ASCAMARC, segundo relatos dos próprios associados anotados durante a entrevista.

Tabela 83 – Descrição das atividades da ASCAMARC, segundo relatos de associados

Tema da entrevista	Situação relatada pelos associados
Número total de associados	– Atualmente: 15 (2 ou 3 estão afastados) *Observação*: os associados relataram que há uma rotatividade entre os membros da associação, que acontece por variados motivos, mas o principal é financeiro. Muitas vezes o motivo central do afastamento de um associado é a baixo valor da renda arrecadada.
Idade	– Varia de 18 a 73 anos
Tempo de atuação na ASCAMARC	Entre os entrevistados: – 3 são associados desde 2010 – 1 é associado desde 2014 – 3 são associados desde 2020 – 2 são associados desde 2021
Equipamentos de proteção individual	– A aquisição de uniforme, luva e calçados é responsabilidade da ASCAMARC; – Alguns instrumentos necessários para o trabalho são adquiridos por meio da REDE Sul de Catadores;
Estrutura de apoio ao trabalho	Para os associados com trabalho fixo no galpão (7 operadores de triagem e 1 operador da prensa): – Estrutura de apoio dentro do galpão: 2 banheiros (separado feminino e masculino) e 1 cozinha; – Não há falta de água: a utilização da água é para lavar as mãos, lavar pratos, alguns tomam banho, uso da água para abastecer o caminhão e outros fins; Para os associados com trabalho volante – na rua (1 motorista e 2 coletores) – não há um ponto fixo de apoio durante a trajetória (sem local para ir ao banheiro nem alimentação);
Saúde	– Alimentação é responsabilidade individual de cada associado; – A atualização da carteira de vacinas é responsabilidade individual de cada associado; há aqueles que mantém consultas médicas periódicas em postos de saúde do SUS no município
Relação com a Prefeitura Municipal	– A ASCAMARC não possui contrato de prestação de serviços junto ao Município de Caxambu, embora essa prática seja estimulada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Política Nacional de Saneamento Básico; – O caminhão e a prensa foram cedidos pela Prefeitura Municipal; – Formalmente, há apenas o Termo de Fomento firmado pela Prefeitura Municipal para repasse anual do valor de R$ 50.000 (cinquenta mil reais) por ano para a ASCAMARC; – Embora a Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos seja a responsável pela prestação direta e/ou indireta dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, não há comunicação entre a Secretaria e a ASCAMARC no sentido de apoio técnico ou acompanhamento das atividades da Associação. No entanto, a Secretaria recebe mensalmente uma prestação de contas da Associação sobre o valor repassado relativo ao Termo de Fomento. – Não há apoio relativo à Assistência Social; – Não há apoio específico relativo à Atenção Básica à Saúde; – Não há apoio relativo à Assistência Técnica *Observação:* a atuação da ASCAMARC na coleta e destinação de recicláveis é, atualmente, a única atividade que promove a diminuição

Tema da entrevista	Situação relatada pelos associados
	da quantidade de resíduos disposta no lixão municipal.
Equipamentos e máquinas	– Todo o material/maquinários é cedido pela Prefeitura Municipal – Há: uma prensa, uma balança e uma empilhadeira.
Tipo de material recolhido	– Papel; – Lata; – PET e plásticos em geral; – Sucata; – Lixo eletroeletrônico (realiza-se a separação de plásticos dos eletrônicos); e – Vidro (vidros quebrados são vendidos e francos e outros recipientes inteiros são reutilizados);
Rotina de trabalho	Trabalho fixo no galpão: – São 8 associados no galpão: 7 operadores da triagem e 1 operador da prensa; Trabalho volante nas ruas: – São 5 associados na rua: 2 fazendo a coleta/reunindo os recicláveis em um ponto; 2 jogam os recicláveis no caminhão e 1 motorista; – A triagem é realizada na entrada do galpão: ali as sacolas são rompidas e os materiais separados após cada descarregamento do caminhão coletor *Observação:* o regime de trabalho na Associação é de produtividade, o que pode significar que os catadores arrecadam diferentes valores a depender do rendimento que eles têm na jornada de trabalho.
Coleta seletiva	– Resíduos são recolhidos porta-a-porta e reunidos em pontos estratégicos por dois coletores da ASCAMARC e posteriormente são coletados pelo caminhão e outros dois membros da ASCAMARC. – Existem alguns pontos onde já é combinada a coleta seletiva: creche do Caxambu Velho, edifícios, Prefeitura Municipal, Escolas Municipais, e o presídio – que geram grande quantidade de isopores devido ao grande consumo de marmitas;
Conflito com a coleta convencional	– Ocorre muitas vezes de a coleta convencional recolher o material reciclável, porque os operadores também não têm confirmação de que a ASCAMARC fará a coleta no dia seguinte, o que faz gerar revolta na população; – A coleta convencional noturna recolhe o material reciclável mesmo quando vê o caminhão da ASCAMARC fazendo a coleta logo atrás;
Situação dos resíduos coletados	– Alguns resíduos vêm corretamente acondicionados e é possível perceber que os moradores lavaram/limparam as embalagens em casa – o que é muito positivo para o trabalho de triagem; – Às vezes as sacolas vêm com outros resíduos misturado (ex: isopor, papel higiênico, madeira, entulho e outros); *Observação:* os associados consideram que é necessário um trabalho de informação e educação para que a população tenha condições de participar da coleta seletiva da melhor maneira possível.
Comercialização	– A comercialização do vidro acontece em torno de 3 em 3 meses, – A comercialização do plástico é quinzenal; – A comercialização é feita no próprio galpão operado pela ASCAMARC. A Recrisul, empresa compradora localizada no município de Elói Mendes, vai até Caxambu para recolher o material; – A negociação sobre o preço dos materiais é feita pela REDE Sul e Sudoeste de Catadores;

Tema da entrevista	Situação relatada pelos associados
	– Os preços variam mensalmente;
Arrecadação	– Na ASCAMARC cada associado recebe de acordo com o que produz (em média por mês: R$ 1.200); – Existe o pagamento da Bolsa Reciclagem por parte do governo de Minas Gerais, entretanto o repasse do governo está atrasado e, por isso, atualmente, apenas os catadores que trabalharam num período anterior estão recebendo; – Bolsa reciclagem é dividida na ASCAMARC para cada associado pelo tempo trabalhado (A REDE Sul e Sudeste de Catadores possui uma planilha pronta que relaciona o tempo de trabalho com o valor a receber para facilitar a distribuição dos valores a cada associado); – Não há pagamento para o associado que se ausentar do tempo de trabalho, mesmo que seja por motivo de enfermidade.
Administração financeira	– O aluguel do galpão é pago pela ASCAMARC mensalmente no valor de R$ 2.000 (dois mil reais); – De montante arrecadado, é retirado 15% como fundo de reserva (destinados também para pagamentos do gás); – Da Bolsa Reciclagem, é retirado 10% para despesas do banco (taxa para cheques) e outras necessidades dos associados;
Pontos a serem melhorados no serviço	– Há uma necessidade de maior organização dentro do galpão; – O caminhão de coleta e a prensa estão em condições precárias de uso; – Situação do caminhão: rotineiramente acontecem falhas mecânicas, o que interrompe a coleta seletiva. A população percebe a ausência do atendimento e fica desmotivada para separar os resíduos em casa porque observa que todos os resíduos domésticos são levados pela coleta convencional. Os custos de manutenção e reparos no caminhão são responsabilidade da ASCAMARC. – Por isso, a necessidade imediata é aquisição de um caminhão e uma prensa; Fatores de motivação – Aquisição de caminhão coletor; – Aquisição de prensa; – Aquisição de picotador de papéis; – Organização de um cronograma de tarefas; e – Definição de rotas de coleta a serem seguidas; Fatores de desmotivação: – Quando há pouco material reciclável recolhido, – O fato de o caminhão se danificar praticamente todos os dias; – Baixa taxa de aproveitamento de resíduos recicláveis gerados no município. São geradas 15 toneladas de RSU por dia e a ASCAMARC recolhe pouquíssimo; – Falta de compreensão do município – tanto da população quanto da Prefeitura Municipal; *Observação:* algum dos entrevistados reclamaram da falta de apoio da população: “caso houvesse algum defeito no caminhão e não fosse possível a coleta de porta em porta, as pessoas poderiam levar os materiais até o galpão”.
Catadores autônomos não associados	– Há catadores individuais atuantes no município. Eles vendem o que recolhem, diretamente, para o Beto, um comprador de materiais recicláveis localizado no Bairro Caxambu Velho.

O registro fotográfico das estruturas do galpão de triagem está apresentado nas Figura 150, Figura 151, Figura 152, Figura 153, Figura 154, e Figura 155, que apresentam imagens da entrada do galpão, das dependências do galpão, da balança, do material descarregado, do enfardamento dos recicláveis triados, e do acondicionamento de rejeitos.

Figura 150 – Entrada da Unidade de triagem de recicláveis de Caxambu

Figura 151 – Dependências de apoio à alimentação, descanso e higiene pessoal da Unidade de triagem de recicláveis de Caxambu

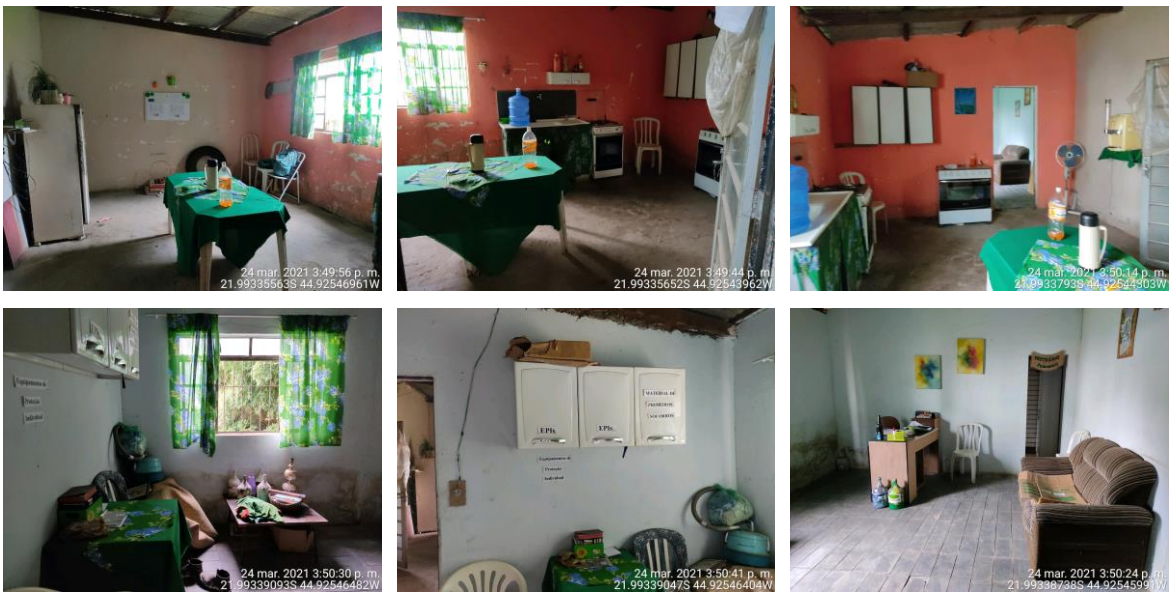


Figura 152 – Balança para pesagem dos materiais triados na Unidade de triagem de Caxambu

Figura 153 – Material descarregado pelo caminhão da coleta seletiva na Unidade de triagem

Figura 154 – Materiais triados pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Caxambu

Figura 155 – Acondicionamento de rejeitos da unidade de triagem de recicláveis de Caxambu

Além da visita técnica ao galpão de triagem da ASCAMARC, foi possível entrevistar um membro de um grupo de quatro pessoas que realizam de maneira autônoma a coleta e a comercialização de materiais recicláveis. Ele relatou que o grupo recolhe materiais separados por comerciantes, mas também faz o rompimento de sacolas deixadas pela população para a coleta convencional. Quando eles fazem esse rompimento, providenciam a limpeza do local – motivo pelo qual carregam uma vassoura no carrinho (Figura 156), porque consideram importante não sujar as ruas. O entrevistado afirmou que via "muita coisa desperdiçada" e por

isso concebeu o desenho técnico do carrinho e encomendou a confecção por um serralheiro para trabalhar como reciclador. Atualmente, a única fonte de renda da família do entrevistado (formada por ele, a esposa e um bebê recém-nascido) vem do trabalho de coleta e comercialização de recicláveis. O valor arrecadado varia mensalmente, mas gira em torno de R$ 900,00 (novecentos reais) por mês.

Figura 156 – Carrinho de catador autônomo de materiais recicláveis, Centro

É importante mencionar que eles se reconhecem como "recicladores" e não como popularmente são chamados 'catadores', o que indica a perspectiva positiva sobre o trabalho de coleta para a destinação ambientalmente adequada de resíduos recicláveis. Essa identidade de recicladores foi também percebida por pesquisadoras que desenvolveram um trabalho no México no ano de 2019. As autoras discutem sobre a importância de se reconhecer esse grupo de trabalhadores tal como eles mesmos se nomeiam, e lançam luz à necessidade de valorização do trabalho e inclusão social e econômica dessa população, de maneira digna, por meio de políticas públicas (JIMÉNEZ e TRIBST, 2019).

7.4.1.5. Limpeza pública

De acordo com a Prefeitura Municipal, em Caxambu são realizados os serviços de varrição, capina, poda, limpeza de bueiros e bocas de lobo, roçagem, limpeza de terrenos vagos,

limpeza de fundos de vale (cursos d'água), e remoção de animais mortos[43] distribuídos nas seguintes localidades:

- Varrição: prestadas na área central do Município,
- Poda: ocorre em todos os bairros,
- Demais atividades: prestadas parcialmente no território municipal, a depender da demanda.

O serviço de poda é responsabilidade de uma empresa terceirizada, e os demais serviços mencionados são realizados por funcionários da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos.

Com relação à formalização dos serviços de limpeza pública, somente a capina possui contrato de prestação de serviço, sendo que são realizados contratos para atividades de limpeza de fundos de vale quando há atuação de empresa terceirizada. A Tabela 84 apresenta a relação dos equipamentos utilizados para execução dos serviços.

Tabela 84 – Relação de equipamentos utilizados para prestação de serviços de limpeza pública

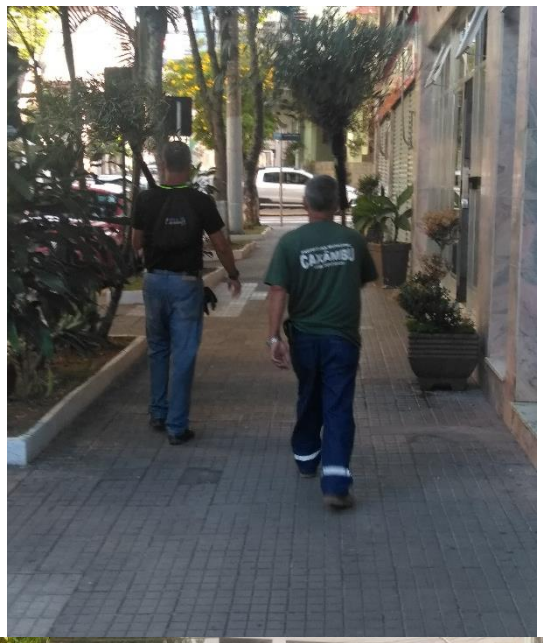
SERVIÇO DE LIMPEZA PÚBLICA	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
Varrição	Vassoura cana-da-índia, lutocar
Capina	Enxada, roçadeira, carrinho de mão e caminhão
Poda	Motosserra, motopoda, caminhão
Limpeza de bueiros e bocas de lobo	Pá, enxada, carrinho de mão, caminhão e caminhão pipa
Roçagem	Foice, roçadeira costal
Limpeza de terrenos vagos	Enxada, roçadeira, carrinho de mão, caminhão e máquina retroescavadeira
Limpeza de fundos de vale (cursos d'água)	Enxada, pá, máquina tipo retroescavadeira ou poclaine
Remoção de animais mortos	Máquina retroescavadeira e caminhão

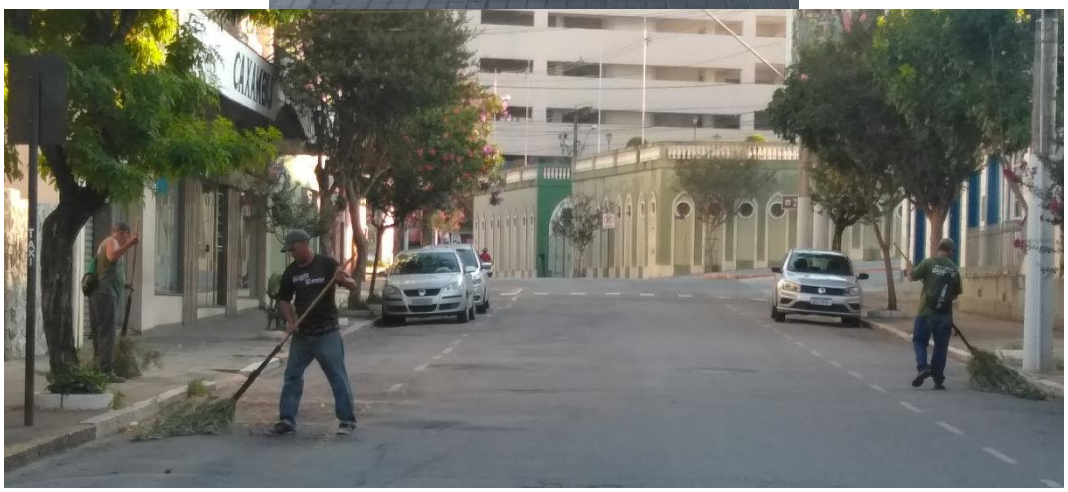
Fonte: Prefeitura Municipal, 2020

O registro fotográfico da varrição está apresentado na Figura 157.

[43] Exceto animais mortos sob responsabilidade de clínicas veterinárias – conforme a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Figura 157 – Varrição na Avenida Camilo Soares, Centro





Um dos varredores comentou, em entrevista, sobre a necessidade de conscientizar a população, porque a equipe observa muito lixo nas ruas, principalmente pontas de cigarro em canteiros de jardins públicos. Ele afirmou que os operadores recebem equipamentos de proteção individual (EPI) da Prefeitura Municipal, mas nem todos utilizam diariamente os EPIs, e eles não são advertidos pela falta do uso. Para ele, os pontos a serem melhorados no serviço são:

- Necessidade de aumentar a equipe de varrição para alcançar os demais bairros urbanos, além do Centro;
- Necessidade de aumentar a equipe de capina para atender os demais bairros urbanos, além da área entre a Rodoviária e o Centro, e a área rural; e
- Necessidade de criar um cronograma de trabalho para atendimento de bairros por dia.

Em entrevistas com representantes da população de bairros urbanos, foi relatado a falta de capina em muitos desses bairros, sendo que a Figura 158 mostra um exemplo observado no trabalho de campo da Equipe UFMG/Projeto SanBas.

Figura 158 – Rua Guilherme Vilela Garcia, bairro Santa Rita, com ausência de estrutura de sarjeta e serviços públicos de poda e capina

A falta de recolhimento de resíduos verdes após serviços de poda e roçagem foi relatada por alguns representantes da população de bairros urbanos e também pela fiscalização de obras e de posturas da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos. Alguns exemplos foram mencionados no item 6.4 do presente documento, no tema da manutenção de bocas de lobo, bueiros, e cursos d'água para a drenagem das águas de chuva. A Figura 159 mostra um exemplo na Avenida Henrique Monat, indicado pela fiscalização de posturas que afirmou ter solicitado o recolhimento dos resíduos verdes.

Figura 159 – Avenida Henrique Monat com resíduos verdes espalhados na calçada, após realização de serviços de poda, capina e roçagem

7.4.1.6. Disposição final de rejeitos

Em campo, observou-se que, atualmente, a área de disposição final de RSU de Caxambu é um lixão, porque:

- Não há um profissional devidamente habilitado com assinatura de responsabilidade técnica sobre a operação da área de disposição final;
- Não há confirmação sobre a área de impermeabilização do solo ou sobre a infiltração de chorume;
- Não há monitoramento do nível de água subterrânea ou implantação de piezômetros;
- Não há monitoramento da qualidade da água subterrânea;
- Não há estruturas de captação da geração de gases;
- Não há estruturas de coleta e tratamento da geração de chorume;
- Não há planejamento técnico sobre a abertura de novas células para disposição de rejeitos ou mesmo sobre o fechamento das células em operação;

- Não há controle técnico sobre a forma de dispor os rejeitos ou sobre a formação da cobertura de terra sobre as camadas de rejeito;
- Não há controle sobre a estabilidade geotécnica de taludes;
- Não há ação de contenção de erosão pluvial em taludes;
- Não há controle sobre a quantidade de rejeitos dispostos diariamente, mas estima-se aproximadamente 13 t/dia;
- Não há controle sobre o tipo de resíduos dispostos diariamente;
- Não há planejamento sobre o tempo de vida útil da área de disposição final;
- Não há confirmação sobre o número de camadas de rejeito e terra consolidados até o momento atual;
- Não há confirmação sobre a altura da pilha de rejeitos e terra consolidadas até o momento atual.

Porém, sobre a prestação do serviço público de disposição final de rejeitos, observou-se na visita técnica realizada no dia 22/03/2021 que:

- Há quatro meses, a Prefeitura Municipal delegou a responsabilidade de monitorar, acompanhar e registrar as atividades de disposição final de rejeitos a um funcionário público lotado no cargo de gari, quem até recentemente desenvolvia a função de coletor do serviço de coleta convencional;

- No lixão, a operação da disposição final é realizada por dois agentes: um operador de máquinas (trator esteira e retroescavadeira) terceirizado e um coordenador de aterro (gari servidor público);

- A operação da área de disposição final é realizada com o objetivo diário de cobrir os rejeitos descarregados pelo caminhão da coleta convencional, o que é minimamente garantido (como demonstra a Figura 160);

- A decisão sobre o fechamento e a abertura de novas células de disposição de rejeitos, bem como sobre a definição da altura da camada de rejeito e da camada de terra tem sido responsabilidade do operador de máquinas, que afirmou preparar camadas de terra de 10 cm sobre o montante descarregado por cada caminhão da coleta convencional;

- O período de trabalho se dá nos horários de 07h00 às 16h00.

Figura 160 – Lixão municipal de Caxambu

Sobre o local de apoio ao trabalho dos operadores, observou-se que:

- O local de escritório com demais estruturas de apoio à alimentação, descanso e higiene pessoal não apresenta boas condições, como apresenta a Figura 161;
- O local de trabalho não possui abastecimento de água tratada, sendo os próprios operadores responsáveis por prover água potável para consumo, eventualmente ocorre abastecimento por caminhão pipa providenciado pela Prefeitura Municipal;
- O local de trabalho não possui esgotamento sanitário adequado, mas há uma fossa cujas condições de construção são desconhecidas;
- Não há sistema segurança;
- Não há ou rota de fuga em caso de emergência ou contingência;
- Há três árvores frutíferas no entorno da área de disposição final, ao lado do escritório, uma mangueira, uma goiabeira e uma laranjeira, o que não é recomendado pela falta de segurança sanitária típica em locais de disposição de rejeitos;

- Os operadores relataram que há uma grande quantidade de cães de rua deixados no lixão por munícipes.

Figura 161 – Dependências de escritório, alimentação, descanso, e higiene pessoal da área de disposição final de Caxambu

As funções do (gari) operador responsável pelo serviço de disposição final são:

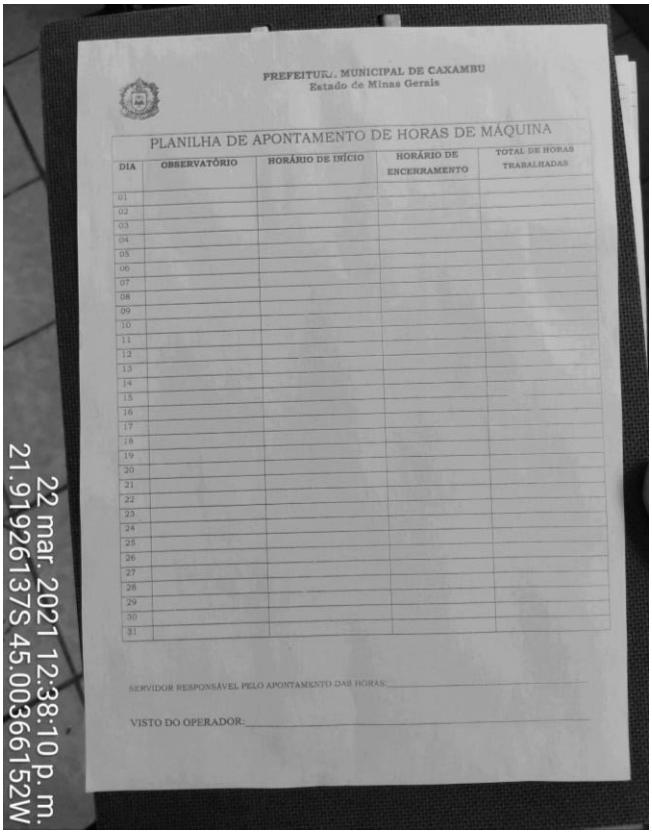
- Fazer a pesagem do material recebido (supostamente a aquisição de uma balança está sendo providenciada pela Prefeitura Municipal);
- Não permitir a entrada de pessoas buscando materiais reciclados no lixão;
- Não deixar o lixo exposto; e
- Quando necessário, operar a roçadeira e a motosserra.

Sobre as condições de monitoramento da operação do lixão, observou-se que:

- Não há computador para arquivar as informações;

- Os registros são feitos à mão pelo operador (Figura 162) e, posteriormente, são levados à Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos, onde são arquivados.

Figura 162 – Planilha* de registro da operação do lixão



(*) Informações da planilha de apontamento de horas de máquina: dia; observatório; horário de início; horário de encerramento; total de horas trabalhadas.

Com relação ao acesso à área de disposição final, foi relatado que:

- Periodicamente, a cada estação seca do ano, a Prefeitura Municipal coloca cascalho na estrada, como forma de pavimentação, que se perde após o período das chuvas;
- A estrada de terra não possui sinalização ou estruturas de drenagem pluvial.

Sobre a relação com a vizinhança da área de disposição final, foi relatado que:

- Há um conflito com o fazendeiro que possui uma área de plantação próxima ao lixão, pois a Prefeitura Municipal tem intenção de desapropriar o fazendeiro para expandir a área do lixão;

- Na entrada da área de disposição final há um local onde têm sido depositados resíduos de construção civil (RCC) clandestinamente. Um dos funcionários relatou que o portão foi quebrado e o entulho foi espalhado pelo local;
- No entanto, foi relatado que a Secretaria de Obras, Trânsito e Serviços Públicos autorizou a disposição de resíduos de construção civil no local até que seja definido um local apropriado.

De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, em meados do ano de 2005 ocorreu que o Município alcançou a licença de operação para aterro sanitário, após ter concluído a instalação de estruturas de impermeabilização do solo, coleta, drenagem e tratamento de lixiviados e de emissões atmosféricas e outras instalações necessárias como dependência de escritório, refeitório e sanitários. Porém, por limitações relativas à administração e gestão públicas, a operação do aterro ficou comprometida, configurando-se a disposição numa situação intermediária entre aterro controlado e lixão, conforme relatou representante da SMMA. Atualmente não são operadas as estruturas de coleta e tratamento no aterro, de maneira que não há controle sobre a poluição tipicamente gerada em aterros sanitários.

Com efeito, em 2015, o Município de Caxambu sofreu um Auto de Infração (n° de protocolo 0640887/2015) emitido pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), sobre o "Empreendimento Disposição Final de Resíduos Sólidos" de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Caxambu. Por sua vez, a Prefeitura emitiu no mesmo ano uma Defesa de Auto de Infração (n° de protocolo 0995283/2015). Ambos os documentos constam registrados no Sistema Integrado de Informação Ambiental (Siam) mantido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad). A equipe da UFMG/Projeto SanBas, no entanto, não obteve êxito para acessar os conteúdos dos documentos e a Diretoria de Auto de Infração da Semad informou à equipe da UFMG, em 15 de junho de 2020, por telefone, que está enfrentando problemas técnicos nos provedores de internet que mantém o sistema de *sites* da Secretaria na rede mundial de computadores. A situação jurídica de Caxambu, no tocante à disposição final dos resíduos sólidos encontra-se inconclusa. De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, desde que a Prefeitura emitiu a Defesa, não houve contatos por parte do órgão estadual. A área de disposição, atualmente, segue em operação inadequada do ponto de vista ambiental e sanitário.

É importante acrescentar que de acordo com a Lei Ordinária n°1.181 de 25 de fevereiro de 1994, emenda que dispõe sobre aterro sanitário em regime de consórcio, art. 1°: "fica o Município de Caxambu autorizado a consorciar-se com o Município de Baependi com a finalidade de construir e manejar um aterro sanitário em comum, para destinação do lixo domiciliar de ambos os Municípios". No entanto, a Prefeitura Municipal relatou que recentemente houve um processo de negociação com o município de Baependi para implantação de aterro sanitário para disposição de final de RSU de ambos os municípios, que foi socializada junto ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde, mas o processo foi arquivado e não concluído. Aparentemente, o município de Baependi optou por transportar os RSU até um aterro sanitário localizado em Juiz de Fora.

Até o momento da elaboração do presente Diagnóstico Técnico-Participativo, a Prefeitura Municipal de Caxambu não tinha definida uma alternativa para regularizar a disposição final de rejeitos.

7.4.2. Situação do gerenciamento de resíduos sólidos

A definição de gerenciamento de resíduos sólidos é dada pela Lei 12.305/2010, art. 3º, inciso X:

> X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

Como foi mencionado no início do presente capítulo, o gerenciamento é responsabilidade do gerador de resíduos sólidos. No entanto, é possível que a prefeitura municipal opere algumas atividades relativas ao gerenciamento, como ocorre comumente com a coleta de resíduos sólidos da construção civil, principalmente em municípios de pequeno porte. Mas, é importante destacar que as etapas sob responsabilidade do gerador que forem realizadas pelo poder público devem ser remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis (Lei n° 12.305/2010, art. 27).

De fato, o gerenciamento de resíduos sólidos não é um serviço público. Nesse sentido, cabe um exemplo sobre a coleta e destinação de resíduos sólidos da construção civil e de resíduos volumosos, que muitas vezes é realizada por prefeituras municipais: nessas situações, é importante que o setor responsável na prefeitura estabeleça taxa ou tarifa sobre a etapa do

gerenciamento que opera, para que não sejam comprometidos recursos públicos para esses fins. Recomenda-se, ainda, que a população seja comunicada para que ela conheça a responsabilidade do gerador, de acordo com a legislação, mas que seja verificada sua capacidade de pagamento, para que o município encontre solução adequada para esses resíduos sólidos, especificamente.

A seguir está descrita a situação do gerenciamento, conforme os tipos de resíduos sólidos gerados no território municipal de Caxambu.

7.4.2.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico

Com relação à prestação de serviços de saneamento básico por parte da Prefeitura Municipal, os resíduos oriundos da limpeza pública e os rejeitos resultantes da triagem de recicláveis são dispostos no lixão municipal.

Com relação aos serviços prestados pela Copasa, tem-se que:

- A Estação de Tratamento de Água Baependi-Caxambu gera apenas embalagens de cal hidratada, as quais são acondicionadas nas dependências da ETA (Figura 163) e posteriormente recolhidas na forma de logística reversa pelo fabricante;
- A Estação de Tratamento de Esgotos de Caxambu gera resíduos na etapa de gradeamento e na etapa de secagem de lodo. Todos os resíduos são dispostos num aterro (Figura 164) operado pela Copasa, na propriedade da ETE.

Figura 163 – Armazenamento de embalagens de Cal Hidratada na Estação de Tratamento de Água, ETA Baependi-Caxambu

Figura 164 – Área de disposição final de resíduos sólidos, Estação de Tratamento de Esgotos de Caxambu

A Copasa não possui plano de gerenciamento de resíduos sólidos para a ETA Baependi-Caxambu ou para a ETE Caxambu. Mas, informou que utiliza o Padrão Operacional 014/1 - Aterro Sanitário de resíduos sólidos e também elabora Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR), os quais são protocoladas na Superintendência Regional de Meio Ambiente, Supram Sul de Minas.

7.4.2.2. Resíduos dos serviços de saúde (RSS)

De acordo com a Prefeitura Municipal, todos os resíduos dos serviços de saúde são recolhidos e destinados pela empresa privada Pró Ambiental, com a qual firmou em 27 de abril de 2020, Contrato Administrativo de Prestação de Serviços nº 058/2020.

7.4.2.3. Resíduos da construção civil (RCC)

Sobre os resíduos de construção civil, foram observadas três situações em Caxambu:

i. A Prefeitura Municipal de Caxambu mantém uma área para destinação dos RCC gerados em obras e outras atividades por ela desenvolvidas (Figura 165);
ii. Há a empresa privada JCA que mantém uma área de disposição de resíduos inertes (Figura 166), cujo recolhimento de RCC se dá por caçambas contratadas particularmente pelos munícipes. Sobre essa área, verificou-se que há um curso

d’água próximo (Figura 167), sendo importante que a Prefeitura Municipal verifique as condições de segurança do entorno para evitar assoreamento;

iii. Acúmulo de RCC e volumosos na Rodoviária de Caxambu (Figura 168);

iv. Há variados pontos de descarte clandestino de RCC e resíduos volumosos em áreas urbanas e rurais de Caxambu (Figura 169, Figura 170, Figura 171, Figura 172, Figura 173, Figura 174, Figura 175, Figura 176).

Figura 165 – Área de destinação de resíduos da construção civil operada pela Prefeitura Municipal de Caxambu

Figura 166 – Área de destinação de resíduos da construção civil (RCC) da empresa privada JCA

Figura 167 – Curso d'água tangenciando* a área de destinação de resíduos sólidos da JCA

(*) A seta tracejada em amarelo indica o sentido do fluxo das águas do curso d'água.

Figura 168 – Acúmulo de resíduos da construção civil e volumosos na Rodoviária de Caxambu

Figura 169 – Descarte clandestino de resíduos da construção civil na Rua Felipe Antônio de Miranda, bairro Alto Santa Rita

Figura 170 – Descarte clandestino de resíduos da construção civil próximo à Penitenciária

Figura 171 – Descarte clandestino de resíduos da construção civil, Bairro Trançador

Figura 172 – Descarte clandestino de resíduos de construção civil atrás do Centro de Convenções de Caxambu

Figura 173 – Descarte clandestino de resíduos da construção civil, Rua Alameda das Acácias Mimosas, entre Vila Verde II e Vila Verde IV

Figura 174 – Descarte clandestino de resíduos da construção civil na esquina da Escola Estadual Cabo Luiz de Queiroz, Vila Verde II

Figura 175 – Descarte clandestino de resíduos da construção civil, Bairro Vila Verde I

Figura 176 – Descarte clandestino de resíduos da construção civil e volumosos próximo a duas nascentes do Ribeirão de João Pedro, Estrada Real

7.4.2.4. Outros tipos de resíduos sólidos

Ainda que não estejam definidos na Lei n° 12.305/2010, é comum encontrar nos municípios outros resíduos sólidos que, em geral, podem ser entendidos como parte de uma ou outra classificação. Nesse sentido, estão pontuados a seguir três tipos de resíduos sólidos, cujas soluções podem envolver o poder público municipal.

❖ Resíduos volumosos

Os resíduos volumosos são constituídos por peças de grandes dimensões como móveis e utensílios domésticos inservíveis, grandes embalagens, podas e outros resíduos de origem não industrial e não coletados pelo sistema de coleta convencional, sendo predominantes as madeiras e os metais. Em Caxambu, não há uma coleta específica para esse tipo de material, cabendo a cada munícipe a destinação.

Em entrevistas com a população, alguns mencionaram que esses resíduos são descartados em vias públicas (Figura 177) e outros contratam caçamba da JCA para destinação. Além disso, há moradores que descartam esses materiais nos pontos de coleta convencional para recolhimento pela Prefeitura Municipal (Figura 178).

Figura 177 – Descarte de resíduo volumoso na Rua Joaquim Amaro Tobias, bairro Alto Santa Rita

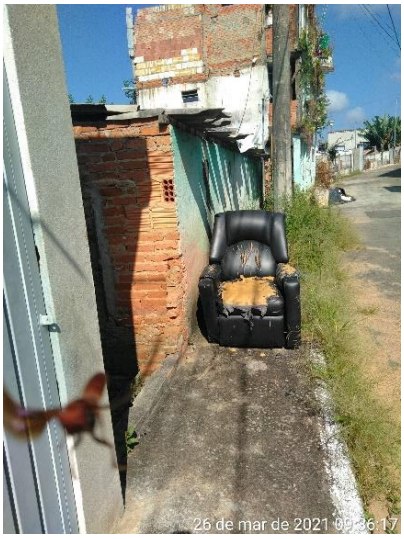


Figura 178 – Descarte de resíduos volumosos em ponto de coleta de resíduos sólidos urbanos na Rodovia BR-267, altura da Rua Antônio dos Santos Filho, bairro Alto Santa Rita

❖ Resíduos cemiteriais

Os resíduos cemiteriais são parte dos resíduos gerados nos cemitérios que se sobrepõe a outras tipologias de resíduos, como resíduos da construção civil - RCC, pela construção e manutenção de jazigos, dos resíduos secos e dos resíduos verdes dos arranjos florais e similares e dos resíduos de madeira provenientes dos esquifes. Já os resíduos da decomposição de corpos (ossos e outros) provenientes do processo de exumação são específicos desse tipo de instalação.

De acordo com a Prefeitura Municipal, os resíduos cemiteriais são recolhidos pela empresa Pró Ambiental (a mesma que faz a coleta e destinação de resíduos dos serviços de saúde). A gestão do Cemitério Municipal acondiciona os resíduos resultantes da exumação de sepulturas

– roupas e restos de madeira – em tambores de plástico. O responsável pelo Cemitério Municipal informou que está sendo utilizado, temporariamente, um barracão desativado para abrigo dos tambores (Figura 179).

Figura 179 – Acondicionamento de resíduos cemiteriais, Cemitério Municipal de Caxambu

Outra parte dos resíduos cemiteriais, os ossos recolhidos na exumação de sepulturas são armazenados no ossário (Figura 180). Conforme o gestor responsável pelo Cemitério Municipal, algumas das gavetas do ossário são particulares, ou seja, nelas são armazenados os ossos da exumação de sepulturas particulares, porém há outras gavetas destinadas para armazenamento dos ossos oriundos de túmulos públicos.

Figura 180 – Ossário para depósito de ossos recolhidos na exumação de sepulturas

A terceira parte dos resíduos gerados no cemitério são os resíduos verdes oriundos da poda, roçada e capina da área do cemitério. Em geral, são cortes de grama, folhas secas e galhos,

que são acumulados num local do cemitério (Figura 181) e posteriormente transportados até o local de destinação de resíduos de construção civil e resíduos inertes mantido pela Prefeitura Municipal (apresentado anteriormente pela Figura 165).

Figura 181 – Resíduos verdes acumulados no Cemitério Municipal para posterior destinação pela Prefeitura Municipal

A área de túmulos públicos do Cemitério Municipal (Figura 182) é gramada, e as covas são preparadas diretamente no solo. O gestor responsável informou que está em fase de elaboração um projeto para construção de sepulturas em forma de gavetas, com o objetivo de aumentar a área útil do Cemitério e atender a mais famílias. Ele acrescentou que uma das intenções do projeto é humanizar o processo de sepultamento, porque nas condições atuais não é possível recolher os ossos no tempo adequado de exumação para abertura de novas covas e preparo de túmulos. Ele espera que com a construção das gavetas, seja melhor para que os familiares façam visitas e melhor para os funcionários manejarem a exumação.

Figura 182 – Área de túmulos públicos do Cemitério Municipal de Caxambu

Sobre o referido projeto de construção de gavetas na área de túmulos públicos, considera-se que resulte importante também para a proteção do solo e das águas subterrâneas, já que atualmente os túmulos são construídos diretamente no solo. É bom lembrar que, de acordo com a Prefeitura Municipal, a nascente do Córrego do Alvorada (que deságua no Ribeirão de João Pedro) está localizada ao lado do Cemitério, mas, mesmo considerando a topografia, não se pode afirmar sobre a aparente possibilidade de o escoamento subterrâneo de chorume alcançar as águas do Córrego.

❖ Resíduos de óleos comestíveis

Os resíduos de óleos comestíveis são os resíduos de óleos gerados no processo de preparo de alimentos. Provêm de instalações fabricantes de produtos alimentícios, do comércio especializado (restaurantes, bares e congêneres) e de domicílios. Apesar dos pequenos volumes gerados, são resíduos preocupantes pelos impactos que provocam nas redes de esgotamento sanitário e em cursos d'água. Apesar de não serem sólidos, costumeiramente vem sendo geridos em conjunto com os resíduos sólidos em geral. O Município de Caxambu não tem instituída a destinação de resíduos de óleos comestíveis, de maneira que se supõe que a maior parte gerada nos domicílios seja descartada nos ralos de pia e seja retida em caixas de gordura ou transportadas pela rede coletora de esgotos até a ETE Caxambu. Contudo, é válido mencionar que em entrevistas com a população, alguns moradores relataram reciclar os óleos na fabricação de sabão.

7.4.3. Situação da logística reversa

De acordo com a Lei n° 12.305/2010, art. 3°, inciso XII, entende-se por logística reversa:

> XII – logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

É fundamental que a população compreenda que a responsabilidade sobre os resíduos reversos é do agente privado (na condição de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores), como afirma a mesma Lei supracitada, art. 33:

> Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

> I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
> II - pilhas e baterias;
> III - pneus;
> IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
> V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
> VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Sobre os sistemas de logística reversa cabe ao poder público a regulação e fiscalização das atividades, as quais devem ser estabelecidas por meio de regulamentos ou acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial. Além disso, podem ser estabelecidas parcerias com cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formados por pessoas de baixa renda.

Em Minas Gerais, a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) é responsável por coordenar a política de resíduos sólidos. As informações sobre o desenvolvimento da logística reversa no Estado são disponibilizadas no site da Fundação (FEAM, 2020), por meio do qual o município pode se orientar para implementar, em seu território, as ações de logística reversa pertinentes.

O Município de Caxambu não tem instituída a logística reversa de resíduos sólidos. Recentemente a Prefeitura Municipal experimentou a implantação de ponto de coleta de pilhas, baterias e pneus nas dependências da Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos, na Rua Dr. Viotti. Atualmente o recolhimento desses materiais foi interrompido.

7.5. Perspectiva da população em relação aos resíduos sólidos

O presente tópico tem o objetivo de apresentar de maneira geral (Tabela 85) a situação dos resíduos sólidos relatada pela população por meio das entrevistas individuais realizadas no período de 22 a 27 de março de 2021 pela Equipe UFMG/Projeto SanBas.

Tabela 85 – Relatos da população entrevistada com relação aos resíduos sólidos

Setor de mobilização	Bairros com representantes entrevistados	Situação relatada sobre resíduos sólidos urbanos (RSU)	Situação relatada sobre resíduos sólidos especiais
1	Mombaça, Sítio Laranjeiras	Em geral: · Não há coleta seletiva; · Não há coleta convencional. O ponto mais próximo de coleta convencional é o Restaurante da BR-354. Mombaça: · Lixo de banheiro é queimado na propriedade pelo morador com aplicação das cinzas na horta familiar); · Não há coleta seletiva; · Latas são guardadas e vendidas para o Verde Renova (empresa privada); · Embalagens PET são utilizadas para mudas de planta e armazenamento de água; · Restos de comida são alimentos para galinhas; · Há uma nascente próxima onde muitas vezes descartam os lixos; Sítio Laranjeiras · Resíduos recicláveis são levados pelo morador até a ASCAMARC; · Eventualmente recicláveis são vendidos para a Verde Renova ou para o Lincoln (no Caxambu Velho); · Roupas e panos velhos são queimados na propriedade pelo morador.	Em geral: · Descarte de pilhas e baterias: Vera Cruz (loja) ou Carrossel Supermercados, o entrevistado busca utilizar pilhas recarregáveis; · Há acúmulo de resíduos na estrada (resíduos de construção, doméstico, roupas, sofá, geladeira e outros), muitas vezes descartados por moradores de outros bairros;
2	Caxambu Velho Talismã Vila Santo Antônio Vila Verde I Vila Verde II Vila Verde III Vila Verde IV	Em geral: · Há coleta seletiva duas vezes na semana · Há coleta convencional nos dias alternados à coleta seletiva; · Devido à imprevisibilidade da coleta seletiva, houve um grande desânimo entre os moradores do setor de mobilização em realizar a separação dos recicláveis nos domicílios, por isso há baixa adesão à coleta seletiva; · Há descartes de sofás no Córrego da Vila Santo Antônio até o Caxambu Velho; · Próximo a ponte do bairro, há grande quantidade de descarte de resíduos; · Há moradores que praticam compostagem domiciliar de resíduos orgânicos e doam o composto orgânico para produtores agrícolas; · Há moradores que aplicam resíduos orgânicos no solo; · Talismã: · Moradores observaram que os garis reúnem os sacos de lixo em pontos específicos de cada rua, e por isso passaram a disponibilizar os RSU para coleta antecipadamente nesses pontos, geralmente em esquinas. Porém, até que o caminhão da coleta chegue no bairro, muitas vezes os sacos são rompidos por cães, sujando as ruas. · Faltam lixeiras para guardar os resíduos acondicionados e melhorar a coleta convencional ponto a ponto adotada pelos moradores; · Há uma pessoa que rotineiramente faz abertura dos sacos de lixo na rua e seleciona os materiais recicláveis Vila Verde I, II, III e IV: · Relatou não encontrar lixo acumulado na rua; · Outro morador relatou vender latas para duas pessoas próximas ao bairro, estes compram e revendem para São Paulo (preço varia em torno de 3,0 R$/kg);	· Vila Verde I, II, III, IV · Há pelo menos três pontos na região utilizados para descarte de entulhos pelos moradores que normalmente não contratam serviço particular de caçamba; o Vila Verde II: final da rua Alameda das Acácias Mimosas; o Estrada Real: na Rua Alameda das Acácias Mimosas entre Vila Verde II e Vila Verde IV; e o Vila Verde III: esquina ao lado da E.E. Cabo Luiz de Queiroz. · Alguns geradores de pequenos volumes de consideram que não compensa contratar uma caçamba, pois na maioria das vezes o descarte de resíduo individual é pequeno e o valor da caçamba é alto (100 reais pela JCA); · O entrevistado declarou doar as madeiras que não são mais utilizadas à vizinhos que possuem fogão a lenha; · A ASCAMARC faz coleta de geladeiras, fogão velho e outros materiais; · Restos de sofá (exemplo: enchimento do sofá) são reutilizados pelo morador .
3	Campo do Meio	· Não há coleta seletiva · Há coleta convencional três vezes por semana	.
4	Santa Tereza Bosque São Cristóvão	Em geral: · Há coleta seletiva duas vezes por semana; · Há coleta convencional três vezes por semana, em dias intercalados com a coleta seletiva; Santa Tereza · Coleta seletiva não tem recolhido garrafas de vidro; · Moradores não aderiram à coleta seletiva “pela falta de costume e pela pequena quantidade de recicláveis gerado em algumas casas”; · Coleta convencional recolhe o lixo em pontos específicos (sempre nas esquinas); · Falta lixeiras no bairro; Bosque	Santa Tereza: · Normalmente o entulho deixado na rua pelos moradores está diretamente relacionado com as condições financeiras; · O entrevistado relatou que a fiscalização de obras já foi mais eficaz em gestões municipais anteriores, quando era cobrada uma licença para novas obras (exemplo: construção de um terraço), além de vários fiscais fazerem a patrulha pelo bairro; · O entrevistado relatou uma grande deposição de entulhos em frente a rodoviária. Bosque: · Há um caminho chamado pelos moradores do Bosque de “Corta Caminho” desde a Av. José Ferreira Leite até a rua atrás do Centro de Convenções, extremamente utilizado por

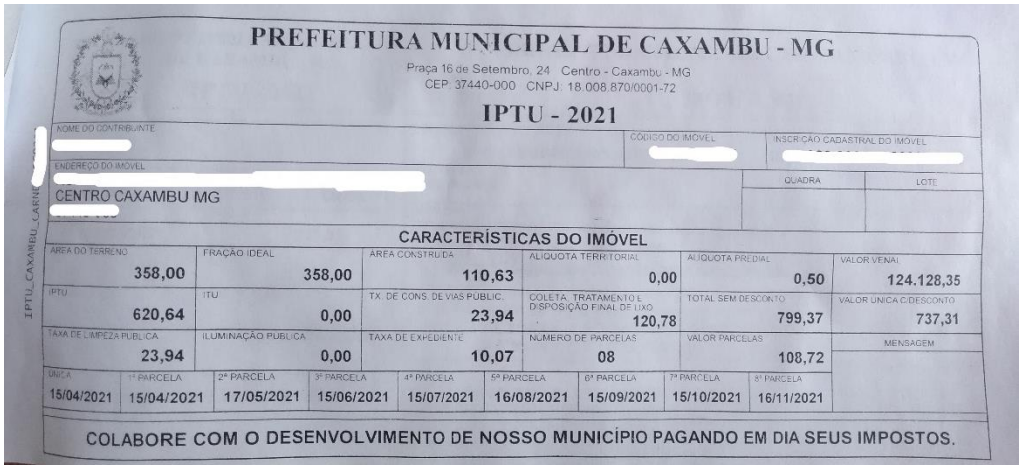
Setor de mobilização	Bairros com representantes entrevistados	Situação relatada sobre resíduos sólidos urbanos (RSU)	Situação relatada sobre resíduos sólidos especiais
		· Existe um ponto onde são colocados todos os resíduos e também são separados; · Especificamente no Bosque, toda quarta-feira há um caminhão que recolhe entulho. Cascatinha: · Na cascatinha, a coleta convencional só acontece na quarta-feira, entretanto, na Av. José Ferreira Leite o caminhão realiza a coleta convencional três vezes por semana; · Morador separa materiais recicláveis (papelão e plástico) e doa para um homem que passa em frente à sua casa recolhendo os materiais. Já as latas de alumínio são comercializadas pelo morador para uma pessoa do município de São Lourenço. Quando o morador acumula uma "quantidade boa", o comerciante faz o recolhimento do material em sua casa, em Caxambu. Quando isso ocorre, o morador arrecada cerca de R$ 1.000) · Resíduo orgânico é descartado no lixo convencional	moradores de bairros como Santa Tereza como um atalho até o bairro Bosque. Partes desse caminho são utilizadas como depósito de entulhos e lixo. Quando chove esse caminho se torna bastante escorregadio. Cascatinha · Normalmente não há geração de entulho, pois os moradores reutilizam tudo.
5	Alto Santa Rita Santa Rita Trançador Jardim Alice	Em geral: · Há coleta seletiva duas vezes por semana · Há coleta convencional três vezes por semana em dias intercalados com a coleta seletiva · Todos os entrevistados relataram que os moradores estão desmotivados quanto à coleta seletiva. Quando acontece de o caminhão da coleta seletiva não atender o bairro, os resíduos ficam na rua até o dia seguinte, mas a coleta convencional não os recolhe. · É comum encontrar pessoas de outros bairros depositando lixos na rua · É bastante comum os cachorros abrirem o lixo e sujarem toda a rua Alto Santa Rita · Dada a ausência do serviço por parte da Prefeitura Municipal, moradores faziam a capina no bairro. Mas, desde recentemente havia um serviço terceirizado, que não tem operado desde o início da situação de pandemia de Covid-19; Trançador · O morador participa da coleta seletiva tanto no comércio, quanto em casa; · Poucos moradores participam da coleta seletiva (possivelmente pela falta de consciência ambiental); · Há muito descarte de lixos no mata burro da Rua Nhá Chica; · Há poucas lixeiras e a coleta convencional não retira os lixos nas lixeiras.	Santa Rita: · Materiais velhos como móveis, cama, sofá e outros são recolhidos pelo caminhão da varrição e levados até o lixão; · Não é comum encontrar entulhos na rua (moradores alugam caçamba); Trançador · Entulhos são descartados em um campinho (próximo da mina – Rua das Azaleias com Rua L); ·
6	Santa Cruz São Januário	Em geral: · Há coleta seletiva duas vezes por semana, entretanto há vezes que não acontece a coleta e os materiais ficam expostos na rua; · Todos os entrevistados relataram que os moradores estão desmotivados quanto à coleta seletiva.	· Não há coleta de televisores; · Facilmente são encontrados lixos e entulhos (principalmente) espalhados na rua; · Há grande quantidade de entulhos acumulados que gera uma grande incidência de caramujos transmissores de doenças e focos de proliferação de mosquitos da dengue. · Óleo é pouco utilizado, mas há um morador do bairro Novo Horizonte que produz sabão para revender, ainda, também há a possibilidade de entregar em algumas escolas públicas (exemplo: Centro de Educação Profissional de Caxambu); · Há fiscalização da Prefeitura Municipal para casos de descarte de areia ou materiais de construção na rua. · Morador lança entulhos nos fundos da casa com objetivo de conter um barranco
7	Centro Parque dos Ipês Belvedere Vista Alegre Jardim das Nações Vale das Colinas Águas Cristalinas	Em geral · Há coleta seletiva duas vezes por semana · Há coleta convencional três vezes por semana em dias intercalados com a coleta seletiva · Alguns dos entrevistados relataram participar da coleta seletiva frequentemente Centro · O morador separa papelão e plástico; · Restos de comida são doados diariamente a uma pessoa que recolhe e leva até a fazenda para alimentação dos animais. Parque dos Ipês · Não é comum encontrar lixos na rua; Águas cristalinas · O morador separa todos os resíduos e os divide em sacolas com cores diferentes para a coleta seletiva e coleta convencional (também separa o óleo de cozinha); Vale das colinas: · O morador não faz a separação dos resíduos, junta tudo e leva para a portaria do condomínio para o	Centro: · O óleo gerado pelo morador é recolhido por uma empresa de São Lourenço (não soube dizer o nome); Parque dos Ipês · Quando há necessidade de descartar resíduos da construção civil, moradores sempre contratam serviço de caçamba particular

Setor de mobilização	Bairros com representantes entrevistados	Situação relatada sobre resíduos sólidos urbanos (RSU)	Situação relatada sobre resíduos sólidos especiais
		caminhão da coleta convencional recolher ·	
8	Morro Queimado Mosteiro	Morro Queimado: · O entrevistado relatou que há uma grande demora para ser feito o recolhimento do lixo convencional e que não existe um horário e data fixa, dessa forma, o lixo fica muito tempo jogado na beira da estrada; · Papéis são queimados no fogão a lenha; · Os recicláveis são levados até a cidade e doados; · O entrevistado não vê nenhum vizinho queimando lixo doméstico · Resíduos orgânicos são bastante aproveitados, principalmente na alimentação animal. Mosteiro: · Há coleta convencional nas quartas-feiras · É necessária uma lixeira para armazenar os resíduos até o dia da coleta, porque o acúmulo está atraindo ratos e cobras, principalmente pela geração de mau cheiro dos resíduos orgânicos; · É feita a separação de resíduos eletrônicos, vidros, plásticos, orgânicos, resíduos perfuro-cortantes. Todos são entregues em sacolas distintas para a coleta da quarta-feira.	·
9	Monjolinho	· Não há coleta seletiva; · A prefeitura colocou latões na entrada do bairro para que sejam depositados os resíduos domiciliares e atualmente há uma maior frequência da coleta convencional no bairro; · Por mais que alguns moradores realizem a separação dos recicláveis, não há local para separá-los do convencional, dessa forma, os moradores colocam junto ao latão da coleta convencional; · Vidros quebrados são jogados numa fossa desativada ou colocados em uma caixa junto ao convencional; · A entrevista acredita que seja difícil que todos moradores participem da coleta seletiva; · Normalmente não há queima do lixo doméstico no bairro, entretanto, a entrevistada relatou queimar os papéis que possuem dados pessoais.	· Quando há papelão e madeira, alguns moradores fazem a queima para não deixar o material espalhado no bairro; · Os resíduos de construção civil são colocados junto a uma árvore numa área próxima à entrada do bairro

7.6. Identificação e análise das receitas operacionais, despesas de custeio e investimentos

A Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Urbanos não soube informar sobre o recurso orçamentário disponível para prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública. Mas informou que a cobrança pelos serviços é feita através do boleto do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) – Figura 183.

Figura 183 – Boleto de cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) de Caxambu



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXAMBU - MG

Praça 16 de Setembro, 24 Centro - Caxambu - MG
CEP: 37440-000 CNPJ: 18.008.870/0001-72

IPTU - 2021

NOME DO CONTRIBUINTE		CÓDIGO DO IMÓVEL	INSCRIÇÃO CADASTRAL DO IMÓVEL
[redacted]		[redacted]	[redacted]
ENDEREÇO DO IMÓVEL		QUADRA	LOTE
CENTRO CAXAMBU MG			

IPTU_CAXAMBU_CARNE

CARACTERÍSTICAS DO IMÓVEL

AREA DO TERRENO	FRAÇÃO IDEAL	AREA CONSTRUIDA	ALIQUOTA TERRITORIAL	ALIQUOTA PREDIAL	VALOR VENAL
358,00	358,00	110,63	0,00	0,50	124.128,35
IPTU	**ITU**	**TX. DE CONS. DE VIAS PUBLIC.**	**COLETA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE LIXO**	**TOTAL SEM DESCONTO**	**VALOR ÚNICA C/DESCONTO**
620,64	0,00	23,94	120,78	799,37	737,31
TAXA DE LIMPEZA PUBLICA	**ILUMINAÇÃO PUBLICA**	**TAXA DE EXPEDIENTE**	**NUMERO DE PARCELAS**	**VALOR PARCELAS**	**MENSAGEM**
23,94	0,00	10,07	08	108,72	

ÚNICA	1ª PARCELA	2ª PARCELA	3ª PARCELA	4ª PARCELA	5ª PARCELA	6ª PARCELA	7ª PARCELA	8ª PARCELA
15/04/2021	15/04/2021	17/05/2021	15/06/2021	15/07/2021	16/08/2021	15/09/2021	15/10/2021	16/11/2021

COLABORE COM O DESENVOLVIMENTO DE NOSSO MUNICÍPIO PAGANDO EM DIA SEUS IMPOSTOS.

Entre as cobranças do IPTU (Figura 183), referem-se aos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública os seguintes itens:

- Taxa de limpeza pública: R$ 23,94
- Taxa de conservação de vias públicas: R$ 23,94
- Coleta, tratamento e disposição final de lixo: R$ 120,78

Tomando-se como referência a cobrança por ‘coleta, tratamento e disposição final de lixo’ e sabendo-se que essa se refere à coleta convencional e a à disposição no lixão municipal, tem-se a arrecadação aproximada de R$ 966,24 por domicílio urbano, por ano[44]. Considerando-se um domicílio atendido por coleta convencional três vezes na semana, tem-se que a família

[44] Considerando-se o pagamento de oito parcelas de R$120,78.

paga o valor aproximado de R$ 6,70 (seis reais e setenta centavos) para cobrir o custo dos serviços de coleta e disposição final por dia[45] de atendimento.

Sabendo-se que a Copasa informou atender 100% da população urbana de Caxambu e que o número de economias de abastecimento de água é 10.696 unidades, e supondo-se que todas essas são também pagantes de IPTU, então, tem-se que a arrecadação total urbana relativa aos serviços de 'coleta, tratamento e disposição final de lixo' seria aproximadamente R$ 10.334.903,00 por ano, ou R$ 861.242,00 por mês.

A Prefeitura não soube informar os custos sobre os serviços de coleta, transporte e disposição final de rejeitos, tampouco sobre os serviços de limpeza pública. Assim sendo, é importante que seja feita uma avaliação sobre o montante da arrecadação e a distribuição do recurso orçamentário para a prestação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública, para que seja verificada a viabilidade financeira e econômica para o município alcançar a adequação dos serviços, principalmente a regularização da disposição final que atualmente se realiza no lixão municipal.

7.7. Caracterização do serviço público de manejo de resíduos sólidos segundo indicadores

Conforme o Tópico 4.8 apresentou, os indicadores são ferramentas que auxiliam na avaliação da prestação de serviços ao apresentar informações econômico-financeiras, operacionais, e de qualidade sobre o sistema adotado no município, de maneira a favorecer a tomada de decisões com relação a ações de adequação e melhoria dos serviços públicos de saneamento básico. Em relação ao manejo de resíduos sólidos, os indicadores abaixo foram selecionados por serem representativos da prestação de serviços, sendo possível compará-los e avaliá-los em relação à geração de resíduos sólidos domiciliares, aos serviços de coleta e de destinação de resíduos sólidos urbanos, ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil e resíduos dos serviços de saúde, além da situação financeira da prestação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos.

[45] Considerando-se que o valor de R$ 966,24 seria utilizado para cobrir as despesas totais relativas a três coletas convencionais por semana, a cada mês (12 coletas), ao longo do ano (12 meses), o que seria o total aproximado de 144 atividades de coleta, transporte e disposição final.

A criação, adequação e a utilização de indicadores compõem elementos imprescindíveis para uma análise mais profunda e avaliação da gestão dos resíduos sólidos urbanos, considerando-se especificidades e particularidades de cada região e avaliando-se os dados existentes no município. Os indicadores aplicados para os serviços de manejo de resíduos sólidos estão apresentados na Tabela 86.

Tabela 86 – Indicadores utilizados para caracterizar o serviço de manejo de resíduos sólidos no município de Caxambu entre 2016 e 2018

Ano	2016	2017	2018
Prestador	**Copasa**		
Geração de resíduos sólidos domiciliares (RDO) e públicos (RPU)			
IN021 - Massa coletada (RDO+RPU) *per capita* em relação à população urbana (kg/hab/dia) Refere-se à quantidade total de resíduos sólidos domiciliares (RDO) e resíduos da limpeza pública (RPU) coletados em relação à população urbana do município.	0,59	SI	SI
IN022 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta (kg/hab/dia) Refere-se à quantidade total de resíduos sólidos domiciliares (RDO) coletados em relação à população atendida por serviço de coleta de RDO no município.	SI	SI	SI
Serviços de coleta e de destinação de resíduos sólidos urbanos			
IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%) Refere-se à proporção da população atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta, com relação à população urbana do município.	91,93	SI	SI
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (%) Refere-se à proporção da população atendida por serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares com relação à população total do município.	90,01	SI	SI
IN031 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO+RPU) coletada (%) Refere-se à proporção da quantidade total de materiais recicláveis recuperados com relação à quantidade total de RDO e RPU coletados no município.	SI	SI	SI
IN053 - Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto matéria orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (%) Refere-se à proporção de materiais recicláveis recuperados com relação à quantidade total de RDO coletados no município.	SI	SI	SI
Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil (RCC)			
IN026 -Taxa de RCC coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada (%) Refere-se à proporção de resíduos sólidos da construção civil (RCC) coletados pela Prefeitura Municipal ou	SI	SI	SI

Ano	2016	2017	2018
Prestador		**Copasa**	
empresa contratada por ela, com relação à quantidade total de RCC coletada no município			
Gerenciamento de resíduos dos serviços de saúde (RSS)			
IN037 - Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada (%) Refere-se à proporção da quantidade total de resíduos dos serviços de saúde (RSS) coletada pelos agentes executores, com relação à quantidade de RSS coletada pelo agente público, pelos agentes privados, por outros agentes executores e por associações ou cooperativas de catadores em parceria com a Prefeitura.	SI	SI	SI
Situação financeira			
IN003 - Incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da prefeitura (%) Refere-se à proporção despesa total com serviços de manejo de RSU com relaçaõ à despesa corrente da Prefeitura durante o ano com todos os serviços do município (saúde, educação, pagamento de pessoal, etc).	SI	SI	SI
IN004 - Incidência das despesas com empresas contratadas para execução de serviços de manejo de RSU nas despesas com manejo de RSU (%) Refere-se à proporção da despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU com relação à soma das despesas dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU e das despesas com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU	SI	SI	SI
IN005 - Autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU (%) Refere-se à proporção da receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU com relação à soma das despesas dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU e com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU.	SI	SI	SI
IN006 - Despesa *per capita* com manejo de RSU em relação à população urbana (R$/hab) Refere-se à despesa total com serviços de manejo de RSU com relação à população urbana do município.	SI	SI	SI
IN011 - Receita arrecadada *per capita* com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU (R$/habitante/ano) Refere-se à receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU com relação à população urbana do município.	SI	SI	SI
IN046 - Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU (%) Refere-se à proporção das despesas dos agentes públicos com o serviço de varrição e com empresas contratadas para o serviço de varrição, com relação à soma das despesas dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU e com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU.	SI	SI	SI

SI = Sem Informação

Fonte: SNIS, 2017; 2018

As informações sobre os serviços de manejo de resíduos sólidos em Caxambu estão bastante deficitárias. O Município apresentou dados ao SNIS somente no ano de 2016 (considerando o período adotado para análise) e, além disso, entre os 14 indicadores selecionados para caracterização do serviço público, há informações relativas a somente três indicadores. Diante disso, é possível afirmar que cerca de 90% da população total caxambuense é atendida por serviço de coleta de resíduos sólidos de forma direta (porta a porta); com relação à população urbana, cerca de 92% é atendida por coleta de resíduos sólidos (de maneira direta ou indireta) e a massa de resíduos sólidos coletada corresponde a 0,59 kg/hab/dia considerando-se a população urbana. Considerando-se que 6,4% da população caxambuense vive em área rural (INFOSANBAS, 2020), então pode-se dizer que o Município se aproxima da universalização do acesso ao serviço de coleta, com 90% da população atendida pelo serviço.

7.7.1. Comparação de indicadores do município de Caxambu e outros municípios semelhantes

Nesse item foi feita a comparação dos indicadores sobre a prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos com outros municípios, com a média estadual e a média nacional com a finalidade de observar em que medida Caxambu acompanha outros municípios ou supera no tocante à qualidade dos serviços e à universalização do acesso. A comparação entre esses indicadores, no entanto, requer um grau de aprofundamento maior, conhecendo-se as particularidades dos serviços nos municípios objetos de comparação, o que não é possível no âmbito do PMSB.

Como forma comparativa, foram selecionados dois municípios com características similares ao de Caxambu para auxiliar na comparação dos dados do SNIS, do último ano disponível – 2018 (Tabela 87). Os critérios de seleção dos municípios foram: *i)* municípios na mesma mesorregião, ou seja, neste caso, mesorregião do Norte de Minas; *ii)* mesma faixa de IDH[46]; *iii)* mesma faixa de população[47]; *iv)* população urbana aproximada, proporcionalmente. Considerando esses critérios, os municípios de Baependi e Campanha foram selecionados para análise comparativa da prestação de serviços para manejo de resíduos sólidos em Caxambu.

[46] Muito alto: 0,800 a 1,00; alto: 0,700 a 0,799; médio: 0,600 a 0,699; baixo: 0,500 a 0,599; muito baixo: 0 a 0,499

[47] De 0 a 5.000 habitantes; de 5.001 a 20.000 habitantes; de 20.001 a 50.000 habitantes; de 50.001 a 100.000 habitantes

Para isso, a título de ilustração, foram escolhidos três indicadores – considerados representativos gerais do manejo de resíduos sólidos – para serem comparados com outros dois municípios, para o ano de 2018, representados a seguir:

a) Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação a população total do município;

b) Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação a quantidade total (RDO+RPU) coletada;

c) Autossuficiência financeira da prefeitura com manejo de RSU.

Tabela 87 – Comparativo dos indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referente aos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, nos municípios de Caxambu, Baependi, Campanha, Itanhandu 2018

Município	Caxambu	Baependi	Campanha	Itanhandu
Prestador de serviço	Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Serviços Públicos	Departamento Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural	Prefeitura Municipal de Campanha	Prefeitura Municipal de Itanhandu
IDH	0,743	0,681	0,709	0,739
População total (hab.)	22.219*	19.094	16.565	15.236
População urbana (%)	98,00	72,35	86,35	84,13
Indicadores				
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município	90,01	83,8	86,34	100
IN031 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO+RPU) coletada	SI	SI	SI	17,04
IN005 - Autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU	SI	SI	SI	21,08

SI: Sem informação
(*) os dados populacionais se referem ao ano de 2016, último ano em que o Município de Caxambu atualizou as informações disponíveis no SNIS.

Fonte: SNIS, 2019

Com base nos critérios adotados para a análise comparativa de indicadores, observa-se na Tabela 87 que não há dados que subsidiem uma análise em função da falta de informações sobre os municípios selecionados. Com o intuito de acrescentar um elemento comparativo, foi adicionada a coluna relativa ao Município de Itanhandu, para o qual há informações. No entanto, somente é possível afirmar que nos quatro municípios selecionados a prestação direta de serviços (executada por meio da prefeitura municipal) tem alcançado proporções

aproximadas de coleta de resíduos sólidos domiciliares entre Caxambu, Baependi e Campanha, sendo que Itanhandu apresenta a totalidade dos domicílios atendidos por coleta.

Assim, a estratégia comparativa para analisar o modelo de prestação de serviços no Município de Caxambu não obteve êxito. Isso reforça a necessidade e a recomendação de que a Prefeitura Municipal desenvolva mecanismos de acompanhamento e monitoramento dos serviços prestados, para que, por meio das informações coletadas, os indicadores sirvam como instrumentos de avaliação e direcionamento das ações de correção e melhoria dos serviços.

7.8. Identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas e respectivas medidas saneadoras

No município de Caxambu, destaca-se o passivo ambiental relativo à área de disposição final de rejeitos, que se dá num lixão, tal como apresentado no item 7.4.1.6 do presente documento. Até a elaboração deste Diagnóstico Técnico-Participativo a Prefeitura Municipal não encontrou solução alternativa para regularizar a disposição final de rejeitos. Entre as possibilidades de medidas saneadoras podem ser citadas:

- Aprimoramento e ampliação da coleta seletiva de recicláveis, com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos sólidos dispostos no lixão municipal; e
- Elaboração de estudo e projeto técnico e execução desse projeto para recuperação da atual área do lixão e conversão à aterro sanitário; ou
- Encerramento das atividades de disposição final da atual área, elaboração de plano de recuperação de área degradada concomitante com elaboração de estudo para identificação de área para implantação de aterro sanitário considerando a operação em consórcio público intermunicipal; ou
- Encerramento das atividades de disposição final da atual área, elaboração de plano de recuperação de área degradada concomitante com elaboração de estudo para identificação de área para implantação de aterro sanitário considerando a operação por empresa privada (sob consórcio público ou não).

Outra situação que se repete em variados locais do município é o descarte clandestino de resíduos de construção civil e resíduos inertes em áreas urbanas e rurais, incluindo-se áreas de nascentes de água. A solução para esse tipo de situação passa pela identificação, mapeamento,

cadastro das áreas, sinalização sobre regras de descarte de resíduos sólidos, fiscalização e autuação de responsáveis.

7.9. Identificação e análise de deficiências e potencialidades dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública

A análise do registro fotográfico das atividades de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública e de diversas situações de descarte de RS pelo território municipal, bem como das entrevistas com representantes da população e da Prefeitura Municipal, e do conteúdo de documentos e outras leis municipais permitiu levantar as seguintes deficiências dos serviços:

- Reduzido quadro de pessoas para operação adequada dos serviços de varrição, poda capina, roçagem, limpeza de bocas de lobo e bueiros, limpeza de margens de cursos d'água, coleta, e disposição final de rejeitos;
- Falta de organização em termos de cronograma, rotas de coleta, pontos de coleta, lixeiras, sinalização e informação à população;
- Falta de equipamentos e máquinas para a coleta seletiva e a triagem de recicláveis;
- Falta de planejamento sobre a cobertura dos serviços de limpeza pública;
- Falta de planejamento sobre a regularização da disposição final de rejeitos, em termos de definição de equipe técnica responsável, definição de possíveis locais para implantação de aterro sanitário; e articulação política para definição de estratégias de gestão da disposição final de rejeitos;
- Falta de informação e fiscalização sobre o descarte de resíduos de construção civil e volumosos;
- Falta de clareza na Prefeitura Municipal com relação à cobrança sobre os serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública.

No âmbito da gestão dos serviços, aparentemente o tema dos resíduos sólidos não faz parte da agenda política municipal, pelo que se vê a falta de estímulo, de conhecimento e de articulação entre os gestores municipais tanto para conhecer a dimensão do problema dos resíduos sólidos quanto para buscar soluções técnica e economicamente viáveis ao município.

Contudo, é importante destacar os seguintes pontos positivos e favoráveis para a busca de soluções:

- A população que participou das entrevistas individuais demonstrou conhecer a importância da destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos, e apontou a educação e a mobilização social como principais estratégias para melhorar a qualidade de vida em cada bairro;
- Alguns moradores não misturam os resíduos sólidos, acondicionam corretamente os resíduos recicláveis e aderiram à coleta seletiva;
- Alguns moradores acondicionam latas e outros recicláveis separadamente para posterior comercialização;
- Alguns moradores praticam a compostagem domiciliar de resíduos orgânicos;
- A Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Caxambu está interessada em aprimorar a coleta seletiva e a triagem de recicláveis e se fortalecer profissionalmente;
- Há entre os gestores municipais o interesse em consolidar, ampliare fortalecer a gestão integrada de resíduos sólidos no município.

Novamente, como comentado no item 6.10 relativo aos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, é importante que a Prefeitura Municipal considere a educação a participação social como estratégia de tomada des decisões de cada serviço (sobretudo os serviços de coleta) para que a população faça parte da solução e colabore com o cuidado e a manutenção das estrtuturas, bem como perceba e desfrute da melhoria da qualidade de vida.

7.10. Identificação da carência do poder público para o atendimento adequado da população

Diante do exposto no item anterior (7.9) considera-se que a carência central do poder público é a formação de uma agenda política que inclua a questão dos resíduos sólidos. Considera-se que as demais ações necessárias para suprir as limitações da Prefeitura Municipal para atender adequadamente a população sejam desencadeadas pela iniciativa de programas de governo que tenham como perspectiva a consolidação de um modelo de gestão dos serviços que seja continuado a cada gestão municipal, pela atuação de gestores comissionados e servidores públicos.

Politicamente, Caxambu é um município com influências regionais, histórica e culturalmente o município guarda atrativos turísticos e patrimoniais valiosos, a destacar-se o Parque das Águas; em termos de qualificação, a Prefeitura Municipal possui acesso facilitado à informação e ao conhecimento. O contexto do município é favorável para o desenvolvimento de ações estruturantes para adequar o atendimento à população por serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza pública, destacando-se a oportunidade da atuação da ASCAMARC, que deve ser observada como estratégica para a gestão de resíduos no município. No tocante aos aspectos estruturais, ainda que haja limitações econômicas, é possível avançar com os meios que o município já dispõe.

7.11. Identificação de áreas ambientalmente adequadas para destinação de resíduos sólidos e disposição final de rejeitos

A seleção da área para a construção do aterro sanitário é uma fase muito importante no processo de implantação. A escolha correta do local é um grande passo para o sucesso do empreendimento, pois diminui custos, evitando gastos desnecessários com infraestrutura, impedimentos legais e oposição popular. Em geral, faz-se primeiro uma pré-seleção de áreas disponíveis no município e, a partir de então, realiza-se um levantamento dos dados dos meios físico e biótico.

A instalação de um aterro sanitário exige estudo de viabilidade técnica e locacional não abordados no âmbito de um PMSB. Para esses estudos, dois documentos imprescindíveis de serem analisados são o plano diretor municipal e o zoneamento ambiental, os quais indicam como deve se dar a ocupação nos territórios. Em Caxambu, esses instrumentos estão dados pela lei Complementar nº 10/2000 institui o Plano Diretor, e a Lei Complementar nº 11/2000 institui a Lei do Zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo.

A etapa seguinte é a avaliação das áreas ambientalmente adequadas para disposição final de rejeitos. Um dos instrumentos normativos a serem analisados quando dessa análise é a Resolução Conama n° 404, de 11 de novembro de 2008, que estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos, apresentando os seguintes pontos a serem observados na escolha de local para implantação de aterros (CONAMA, 2008b):

- Locais com vias de acesso em boas condições de tráfego ao longo de todo o ano, mesmo no período de chuvas intensas;
- Respeito às distâncias mínimas estabelecidas na legislação ambiental e normas técnicas, a exemplo de distâncias de áreas de preservação permanente, Unidades de Conservação, ecossistemas frágeis e recursos hídricos subterrâneos e superficiais;
- Locais que apresentem características hidrogeológicas, geográficas e geotécnicas adequadas ao uso pretendido;
- Áreas preferencialmente antropizadas e com potencial mínimo de incorporação à zona urbana da sede, distritos ou povoados e de baixa valorização imobiliária;
- Áreas que garantam a implantação de empreendimentos com vida útil superior a 15 anos;
- Áreas que não apresentem riscos, a exemplo da susceptibilidade a erosões, salvo após a realização de intervenções técnicas capazes de garantir a estabilidade do terreno;
- Impossibilidade de uso de áreas ambientalmente sensíveis e de vulnerabilidade ambiental, como as sujeitas a inundações.

Além da legislação, existem estudos de referência que podem nortear a escolha do local, sendo um destes o estudo do Compromisso Empresarial para Reciclagem - Cempre, que estabelece critérios para priorização de áreas para instalação de aterros sanitários (CEMPRE, 2018), conforme apresentado na Tabela 88.

Tabela 88 – Critérios para priorização das áreas para instalação de aterro sanitário

Critérios	Dados necessários	Classificação das áreas		
		Adequada	**Possível**	**Não recomendada**
1	Vida útil	Maior que 10 anos		Menor que 10 anos (a critério do órgão ambiental)
2	Distância do centro atendido	5 a 20 km		Menor que 5 km maior que 20 km
3	Zoneamento ambiental	Áreas sem restrições no zoneamento ambiental		Unidades de conservação ambiental e correlatas
4	Zoneamento urbano	Vetor de crescimento mínimo	Vetor de crescimento intermediário	Vetor de crescimento principal
5	Densidade populacional	Baixa	Média	Alta
6	Uso e ocupação das terras	Áreas devolutas ou pouco utilizadas		Ocupação intensa
7	Valor da terra	Baixo	Médio	Alto
8	Aceitação da população e de entidades ambientais não-governamentais	Boa	Razoável	Oposição severa
9	Declividade do terreno (%)	3 ≤ declividade ≤ 20	20 ≤ declividade ≤ 30	Declividade < 3 ou Declividade > 30
10	Distância aos cursos d'água (córregos, nascentes e outros).	Maior que 200 m		Menor que 200 m, com aprovação do órgão ambiental responsável

Fonte: Cempre, 2018

Deve-se ressaltar que antes da implantação de aterro sanitário municipal, a Prefeitura Municipal deve avaliar, também, a viabilidade técnica e econômica para operação do mesmo, uma vez que os custos de operação de aterros sanitários são superiores aos da implantação. Atualmente, têm-se fomentado a implantação e operação de aterros sanitários por meios dos consórcios públicos intermunicipais para gestão de resíduos. Os consórcios são um modelo de gestão em processo de difusão no Brasil e tem como principal aspecto positivo a possibilidade de implantação de um aterro sanitário que atenda vários municípios, proporcionando ganhos de escala, uma vez que o custo de implantação e operação dos aterros passarão a ser rateados entre todos os consorciados.

7.12. Identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios

A Lei Federal n° 12.305/2010 estabelece como um de seus instrumentos o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, visando o aumento do aproveitamento e a redução dos custos envolvidos na gestão de resíduos sólidos. Além disso, a referida Lei estabelece que os planos municipais de gestão de resíduos sólidos devem prever a identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais (BRASIL, 2010b).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os consórcios públicos, constituídos com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

O tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos são algumas das dificuldades encontradas atualmente pelos municípios para adequação à legislação, uma vez que muitos ainda destinam seus resíduos domésticos para lixões ou aterros controlados devido a dificuldades financeiras, gerenciais, logísticas, tecnológicas e ambientais. Nesse sentido, a formação de um consórcio intermunicipal pode ser uma solução adotada para essa questão

Caxambu possui dois instrumentos de formação de consórcios públicos incluindo-se os resíduos sólidos entre o objeto do consórcio:

i. **Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Baependi**, autorizado pela Lei Municipal nº 1.309/1996. De acordo com essa lei, o consórcio visa o planejamento, cooperação técnica, contribuição financeira e científica para coordenação e execução de serviços na área do Meio Ambiente

ii. **Consórcio Intermunicipal Multifinalitário da Microrregião do Circuito das Águas**. Esse consórcio é formado por 30 municípios, dentre os quais destacam-se, Itanhandu, São Thomé das Letras, Lambari e Cruzília que estão elaborando PMSBs no âmbito do Projeto SanBas assim como Caxambu, além do município de Baependi.

8. QUADRO RESUMO E ANALÍTICO DO PMSB

Tabela 89 – Problemas e causas identificadas nos serviços de saneamento

Componente	Problemas diagnosticados	Classificação (estruturantes/estruturais)
Abastecimento de água	Necessidade de pequenas manutenções nos reservatórios	Estrutural
	Ausência de informação sobre a tarifa social da Copasa	Estruturante
	Inexistência de tratamento da água em todos os sistemas individuais existentes	Estrutural
	Ausência de monitoramento da qualidade da água em todos os sistemas coletivos	Estrutural
	Ausência de proteção em unidades dos sistemas coletivos de abastecimento de água	Estrutural
	Ausência de rotina de manutenção preventiva das estruturas	Estruturais e estruturantes
	Existência de rede antiga	Estrutural
	Desperdício de água	Estruturante
	Ausência de uniformidade do apoio da prefeitura às associações comunitárias	Estruturante
	Desconhecimento do número de grandes consumidores	Estruturante
	Descarte incorreto do lodo da ETA	Estrutural
	Melhorar as instalações da ETA de alvenaria	Estrutural
Esgotamento sanitário	Entupimento da rede coletora por lançamentos irregulares	Estrutural
	Lançamentos clandestinos e ausência de rede de drenagem	Estrutural
	Presença de fossas rudimentares na área urbana	Estrutural
	Ausência de ações de educação sanitária e ambiental	Estruturante
	Ausência de informação	Estruturante
	Estação de Tratamento de Esgotos	Estrutural
	Ausência de fiscalização e monitoramento das fossas rudimentares	Estrutural
	Ausência de diálogo com a população da área rural	Estruturante

Componente	Problemas diagnosticados	Classificação (estruturantes/estruturais)
Drenagem e manejo das águas pluviais	Ausência de cadastro técnico e mapeamento da rede de drenagem pluvial	Estruturante
	Insuficiência do sistema de drenagem pluvial	Estrutural
	Canalização do Ribeirão Bengo com redução da capacidade de vazão em períodos de chuva	Estrutural
	Ausência de cadastro e mapeamento das áreas talude com risco geotécnico e exposição de solos	Estruturante
	Falta de controle sobre contenção de sedimentos em áreas de loteamento	Estrutural
	Falta de limpeza e manutenção de bocas de lobo e bueiros	Estruturante e estrutural
	Ausência de ações de identificação de ligações entre a rede coletora de esgotos e a rede de drenagem pluvial	Estruturante e estrutural
	Equipe reduzida e falta de qualificação técnica entre os gestores municipais	Estruturante
	Falta de fiscalização	Estruturante
Manejo de resíduos sólidos e limpeza pública	Falta de lixeiras públicas	Estrutural
	Reduzida equipe de operadores nos serviços de varrição, poda e capina	Estruturante
	Falta de equipamentos e máquinas para realização da coleta seletiva e triagem de recicláveis	Estrutural
	Falta de capacitação técnica e assistência social para a ASCAMAC	Estruturante
	Ausência de cronograma e definição de rotas para a coleta seletiva	Estruturante e estrutural
	Disposição final de rejeitos em lixão	Estrutural e estruturante
	Descarte clandestino de resíduos sólidos da construção civil e resíduos volumosos em áreas urbanas e rurais	Estruturante
	Falta de conscientização e educação da população sobre a forma correta de descarte de resíduos sólidos e o cuidado com o ambiente	Estruturante
	Equipe reduzida e falta de qualificação técnica entre os gestores municipais	Estruturante
	Ausência de rotas de logística reversa	Estruturante e estrutural
	Falta de fiscalização	Estruturante

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público*. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ACUÑA, Kátia; Thomaz, CRUZ. *Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira***.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302004000300004>. Acesso em: 16 fev. 2020.

ÁGUABRASIL. Sistema de avaliação da qualidade da água, saúde e saneamento. *Consulta por Município.* 2020. Disponível em: <http://www.aguabrasil.icict.fiocruz.br/index.php?pag=c_m>. Acesso em: 16 fev. 2020.

ALBUQUERQUE, C. *Manual Prático para a Realização dos Direitos Humanos à Água e ao Saneamento pela Relatora Especial da ONU, Catarina de Albuquerque*. Portugal, 2014. Disponível em: <https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Water/Handbook/Book5_Monitoring_pt.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. *Inundação e enchentes*. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 39-52.

AMARAL, E. F. L.; GONÇALVES, G. Q.; FAUSTINO, S. H. R. *Aplicações de técnicas avançadas de avaliação de políticas públicas. Coleção Trabalho e Desigualdade*. 1 ed. Belo Horizonte: Fino Traço, 2014. Disponível em: <http://www.ernestoamaral.com/docs/books/avaliacao07.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande – Relatório Final.* Disponível em: <https://www.cbhgrande.org.br/uploads/files/(Corrigido)%201317-ANA-04-RH-RT-0001-R2_compressed%20(1).pdf> Acesso em: 10 jun. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Outorgas emitidas*. 2020a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/regulacao/principais-servicos/outorgas-emitidas>. Acesso em: 02 mai. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Saiba quem regula – Rios.* 2020b. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/regulacao/saiba-quem-regula/rios/rios>. Acesso em: 02 mai. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Cobrança.* Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/cobranca>. Acesso em: 09 mai. 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004***.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do

Brasil, Brasília, DF, dez. 2004, seção 1, n. 237, p.49. 2004a**.** Disponível em: <https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/res_306.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2020.

ARSAE. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. *Relatório de Fiscalização – Sistema de Abastecimento de Água da sede do município de Caxambu*. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/servicos/page/551-relatorios-de-fiscalizacao-tecnico-operacional-de-caxambu>. Acesso em: 28 de abril de 2021.

ASA. Articulação do Semiárido Brasileiro. *Mapa de tecnologias construídas pela ASA*. 2019. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/mapatecnologias/>. Acesso em: 28 abr. 2020.

ATLAS BRASIL. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. *Abastecimento urbano de água*. 2015. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8#>. Acesso em: 18 de abr. 2020.

BACIGALUPO, Rosiane. *Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais***.** Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/4461-17146-1-SP.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BEIROZ, H. Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*. v. 35. p. 275-286. 2015.

BRASIL. *Lei nº 9.507, de 12 de novembro de 1997*. Regula o direito de acesso a informações e disciplina o rito processual do *habeas data*. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9507.htm>. Acesso em: maio de 2020.

BRASIL. *Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011*. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: maio de 2020.

BRASIL. *Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007.* Regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6017.htm>. Acesso em: maio de 2020.

BRASIL. *Portaria nº 3.174, de 2 dezembro de 2019*. Dispõe sobre o Programa Nacional de Saneamento Rural e dá outras providências. Diário Oficial da União, sec. 1, n. 234, 2019. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/61353/PortMS3174_2019/183503d5-1ae9-47f8-bfee-fae6fc38e8c7>. Acesso em: maio de 2020.

BRASIL. *Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995*. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm>. Acesso em: maio de 2020.

BRASIL. *Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.* Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7802.htm>. Acesso em: 15 de março de 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução CONAMA nº 9, de 31 de agosto de 1993*. Estabelece definições e torna obrigatório o recolhimento e destinação adequada de todo o óleo lubrificante usado ou contaminado. Publicação - Diário Oficial da União - 01/10/1993. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5065>. Acesso em: 15 de março de 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999.* Dispõe sobre o descarte, coleta, reutilização, reciclagem e tratamento de pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Publicado no DO em 22 julho de 1999. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/?id=96051>. Acesso em: 15 de março de 2020.

BRASIL. *Decreto Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002*. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. 2002a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm>. Acesso em: 15 de março de 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002*. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96, 2002b. Disponível em:< https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2020.

BRASIL. Casa Civil. *Lei n° 6.766, de 19 de dezembro de 1979*. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providência. Brasília, 1979.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997a.

BRASIL. *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Brasília, 2007a.

BRASIL. *Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010.* Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, 2010a.

BRASIL. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012b.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Instrução Normativa nº 001, de 24 de agosto de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos municípios, estados e pelo Distrito Federal e para reconhecimento federal das situações de anormalidades decretadas pelos entes federativos e dá outras providências.

BRASIL. *Lei Federal nº 13.308, de 6 de julho de 2016*. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, determinando a manutenção preventiva das redes de drenagem pluvial. Brasília, 2016d.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *PNSR - Programa Nacional de Saneamento Rural*. Brasília: Funasa, 2019. 260 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. *Banco de dados e registros de desastres: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID*. 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

BRASIL. Casa Civil. *Constituição da República Federativa de 1988*. Brasília, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 14 mar. 2020.

BRASIL. Casa Civil. *Lei nº 8987, de 13 de fevereiro de 1995*. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987compilada.htm>. Acesso em: 21 abr. 2020.

BRASIL. *Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. *Programa Nacional de Saneamento Rural: PNSR*. Fundação Nacional de Saúde. Edição Interna. Novembro de 2019. 264 p.

BRASIL. *Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979; 8.036, de 11 de maio de 1990; 8.666, de 21 de junho de 1993; 8.987, de 13 de fevereiro de 1.995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 de janeiro de 2007 e retificado em 11 de janeiro de 2007.

BRASIL. *Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 8 de

janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BRASIL. *Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 14 de maio de 2020

BRASIL. *Constituição da República Federativa de 1988*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 14 de maio de 2020.

BRASIL. *Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000.* Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 18 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 14 de maio de 2020.

Bomfim, L. F. C. *Mapa de domínios/subdomínios hidrogeológicos do Brasil em Ambiente SIG: concepção e metodologia.* In: XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2010, São Luís. Anais… São Paulo: Revista Águas Subterrâneas, 2010. 18p.

BRITTO, A.L. *Estudo Proposições para acelerar o avanço da política de saneamento no Brasil: tendências atuais e visão dos agentes do setor*. In: Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS /organizado por Léo Heller. - Rio de Janeiro, RJ: Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz, 2018. 144 p. (Textos para Debate, 2)

CARVALHO, José Camapum de e colaboradores (Org.). *Processos erosivos no Centro Oeste Brasileiro*. Brasília: Editora FINATEC, 2006. 464 p.

CASTRO, A. L. C. de. *Manual de desastres: desastres naturais.* Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

CATARINO, Lidiane da Conceição. *A importância do acolhimento na Atenção Básica*. Disponível em: <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/4141.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

CAXAMBU. Prefeitura Municipal. *Lei Complementar n° 10/ 2000*. Institui o plano diretor do município de Caxambu. Caxambu, 2000.

CAXAMBU. Secretaria Municipal de Saúde. *Plano Municipal de Saúde Caxambu, MG.* 1-151 p., 2018 – 2021.

CAXAMBU. Prefeitura Municipal. *Lei Complementar n° 11/ 2000*. Institui a lei do zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Caxambu. Caxambu, 2005.

CAXAMBU. *Lei Municipal Nº 462/1970 e Legislação Suplementar que institui o Código de Posturas do Município de Caxambu.* Caxambu/MG. 1970.

CAXAMBU. *Lei Municipal Nº 585/1976 e Legislação Complementar que institui o Código Tributário do Município de Caxambu.* Caxambu/MG. 1976.

CAXAMBU. *Lei Municipal Nº 1447/1999 e Legislação Complementar que institui o Código de Vigilância Sanitária do Município de Caxambu.* Caxambu/MG. 1999.

CAXAMBU. *Lei Municipal Nº 12/2000 e Legislação Suplementar que institui o Código de Obras do Município de Caxambu.* Caxambu/MG. 2000.

CAXAMBU. *Lei Municipal Nº 2228/2015 de 20 de Novembro de 2015 que dispõe sobre a regularização de construções clandestinas e/ou irregulares do Município de Caxambu.* Caxambu/MG. 2015.

CAXAMBU. *Lei Municipal Nº 24/2017 de 20 de Novembro de 2017 que apresenta emendas à Lei Orgânica do Município de Caxambu.* Caxambu/MG. 2017.

CAXAMBU. *Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico de Caxambu*. 2017.

CAXAMBU. *Decreto de 23 de Março de 2018 que declara como Área de Proteção Ambiental Municipal das Águas Minerais a microbacia do Ribeirão Bengo.* Caxambu/MG. 2018.

CAXAMBU. *Lei Municipal Complementar Nº 83/2019 que dispõe sobre a Estrutura Administrativa da Prefeitura do Município de Caxambu.* Caxambu/MG. 2019.

CERH-MG. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. *Deliberação Normativa nº 09, de 16 de junho de 2004*. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>. Acesso em: 29 abr. 2020.

CERH-MG. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. *Deliberação Normativa nº 34, de 16 de agosto de 2010*. Define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos que menciona e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14468>. Acesso em: 29 abr. 2020.

CEPIS. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Tratamiento de agua para consumo humano Plantas de filtración rápida*. Manual I: Teoría. Lima, Peru, 2004.

CERRI, L. E. S. *Riscos geológicos urbanos*. In: CHASSOT, A.; CAMPOS, H. (Org.). Ciência da terra e meio ambiente: diálogos para (inter)ações no planeta. São Leopoldo: Unisinos, 1999.

CHAGAS, C. da S.; FONTANA, A.; CARVALHO JUNIOR, W. de; CAIRES, S.M. de. Atributos topográficos na diferenciação de Argissolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo,* Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1441-1453, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600002>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

CHOW, V. T. D. R.; MAYS, L. W. *Applied hydrology*. New York: McGraw-Hill, 1988. 52 p.

CIMAG, Consórcio Intermunicipal Multifinalitário da Microrregião do Circuito das Águas/AMAG – Protocolo de Intenções. Caxambu, 29 de agosto de 2014, 43p.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Moção n° 38, de 07 de dezembro de 2006*. Recomenda a adoção do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS pelos órgãos gestores e os usuários de informações hidrogeológicas. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pdf/Mocao_038_CNRH.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 91, de 05 de novembro de 2008*. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/resolucoes/820-resolucao-n-91-de-5-de-novembro-de-2008/file>. Acesso em: 21 abr. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução n° 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 21 abr. 2020.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental; CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. *Deliberação Normativa Conjunta COPAM/ CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/DeliberaNormativaConjuntaCOPAM-CERHno01-2008.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. *Água de Qualidade – Resultados das Análises*. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agua-de-qualidade/resultados-das-analises>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

CORDINI, J. *Altimetria: teoria e métodos visando a representação do relevo***.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. 93 p. Disponível em: <https://topografia.paginas.ufsc.br/files/2015/09/Altimetria-Apostila.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

CORREIO DO PAPAGAIO. *Codemig assume gestão do Parque das Águas de Caxambu*. Disponível em: <http://www.correiodopapagaio.com.br/caxambu/noticias/codemig-assume-gesto-do-parque-das-guas-de-caxambu >. Acesso em: 16 jan. 2020.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. *Poços tubulares cadastrados em Caxambu/MG.* 2019. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php?action=Estados>. Acesso em: 30 abr. 2020.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. *SIAGAS – Pesquisa Geral*. 2020a. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php>. Acesso em: 24 abr. 2020.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. *SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas*. 2020b. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php>. Acesso em: 22 abr. 2020.

DEER/MG. Departamento de Edificações e Rodagem de Minas Gerais. *Mapa Rodoviário do estado de Minas Gerais***.** Disponível em: <http://www.deer.mg.gov.br/mapa_internet/download/poster_2017.jpg>. Acesso em: 14 jan. 2020.

DESCUBRA CAXAMBU. *História***.** Disponível em: <http://www.descubracaxambu.com.br/balneario/historia>. Acesso em: 15 jan. 2020.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. Vol. 1 e 2. São Carlos: Rima, 2005.

ECOPLAN e LUME, 2009. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Verde*. 2009. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/854>. Acesso em: maio de 2020

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Reunião Técnica de Levantamento de Solos***,** 10. Súmula. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. 83 p. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/480004>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed., rev. e ampl. Brasília. 2018. 356 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Brasil em Relevo*. 2020. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente; GESOIS. Instituto de Gestão de Políticas Públicas. *Relatório Municipal de Coleta Seletiva do Município de Caxambu*. Janeiro/2020.

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente. *Logística Reversa*. Disponível em: <http://www.feam.br/logistica-reversa>. Acessado em: 11 de maio de 2020.

FEITOSA, F. A. C.; FILHO, J. M.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. (org. e coord.). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, CPRM: LABHID, 2008. 812 p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento*. Brasília: Funasa, 2015. 642 p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. *Termo de referência para elaboração de plano municipal de saneamento básico*. Brasília: Funasa, 2018.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs*. Brasília: Funasa, 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+

%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Saneamento*. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/Manual_de_Saneamento_Funasa_5a_Edicao.pdf/278113a8-2cda-4b9f-8611-9087912c9dff>. Acesso em: 02 de maio de 2020.

GONTIJO, N. T. *Avaliação das relações de freqüência entre precipitações e enchentes raras por meio de séries sintéticas e simulação hidrológica*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2007.

HELLER, L; CASSEB; M. M. S. In: *BARROS, R. T. V. et al. (Org.). Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Engenharia, 1995.

HELLER, L.; *Concepção de instalações para o abastecimento de água.* In: HELLER, L.; PÁDUA, V.L. Abastecimento de Água para Consumo Humano. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2006, 810p.

HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C.F. Classes De Declividade Do Terreno E Potencial Para Mecanização No Estado Do Paraná. *Coffee Science*, Lavras, v. 10, n. 2, p. 195-203, abr./jun., 2015. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/classes_declividade_terreno_potencial_mecanizacao>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico de Geomorfologialogia*. 2ª ed. Rio de Janeiro. 2009

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico de Pedologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro. 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE Cidades – Caxambu*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caxambu/panorama>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sinopse do Censo Demográfico.* Minas Gerais. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=31&dados=8>. Acesso em: 08 de maio de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico 1991: Resultados do universo relativos às características da população e dos domicílios*. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/82/cd_1991_n18_caracteristicas_populacao_domicilios_mg.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico 2000. Características da população e dos domicílios: Resultados do Universo.* Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/85/cd_2000_caracteristicas_populacao_domicilios_universo.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estatísticas de gênero: Notas técnicas.* Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/notas_metodologicas.html?loc=0>. Acesso em: 17 abr. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *História. Caxambu, MG.* Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caxambu/historico>. Acesso em: 14 jan. 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *GD4 – CBH do Rio Verde.* 2016a. Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/gd4-cbh-do-rio-verde>. Acesso em: 18 abr. 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Portal InfoHidro – Informações sobre Recursos Hídricos. *Monitoramento de Qualidade das Águas.* Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/monitoramento-de-qualidade-das-aguas>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Portaria nº 48, de 04 de outubro de 2019*. Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 22 abr. 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Contrato nº 22410101012009. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde*. Belo Horizonte, vol 1a, 434 p., 2009. Disponível em: <http://200.198.57.118:8080/handle/123456789/582>. Acesso em: 23 abr. 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Regulação de usos de Recursos Hídricos: Outorga de direitos de uso de recursos hídricos*. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/regulacao-de-usos-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 09 de maio de 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos.* Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/cobranca-pelo-uso-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 09 mai. 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Instrumentos de Gestão - CBH do Rio Verde (GD4).* Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/instrumentos-de-gestao-gd4>. Acesso em: 09 de maio de 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Parecer Técnico de Água Subterrânea, Portaria nº. 1808772/2020 de 19/11/2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Parecer Técnico de Água Superficial, Portaria n° 1801460/2020 de 04/03/2020.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Nota Técnica nº 8/2017/CGCQTI/DEED, 27 de julho de 2017. *Estimativas de fluxo escolar a partir do acompanhamento longitudinal dos registros de aluno do Censo Escolar do período 2007-2016*. Brasília. Disponível em:

<http://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/indicadores_educacionais/2007_2016/nota_tecnica_taxas_transicao_2007_2016.pdf >. Acesso em: 21 abr. 2020.

INFOSANBAS. *Caxambu, MG*. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/sao-thome-das-letras-mg/ >. Acesso em: 16 jan. 2020.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Nota Técnica: Estimativas do déficit habitacional brasileiro (2007-2011) por municípios (2010). Brasília, 2013. Disponível em: < https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/130517_notatecnicadirur01.pdf>. Acesso em: 22 de maio de 2020.

JIMÉNEZ, N. M. M.; TRIBST, C. C. L. Hacia la construcción de un perfil sociodemográfico de los pepenadores en Cuernavaca: Una vulnerabilidad de base económica. In: Orgs: ZANIN, M.; SANTOS, C. V.; GUEVARA GARCÍA, J. A.) Catadoras e catadores de materiais recicláveis e a perspectiva social dos resíduos sólidos urbanos: casos do México e Brasil [livro eletrônico] São Carlos, SP: Diagrama Editorial, 2019, 202 p: PDF. Bilíngue: português e espanhol. ISBN: 978-85-65527-30-9

JUNQUEIRA, Mariana Gravina Prates. *História.* Disponível em: <http://www.caxambu.mg.gov.br/v2/historia/>. Acesso em: 21 abr. 2020.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. *Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*. Curitiba: Ed. Organic Trading. 109 p. 2006.

LANGE, L. C.; FERREIRA, C. F. A.; MACEDO, L. A. R. Série selo Projeto SanBas. *Nota técnica – eixo 6, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana: O Exercício da Titularidade na Prestação dos Serviços de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Especiais em Municípios de Pequeno Porte*. Projeto SanBas, 2020. No prelo.

LEOPOLD, L. B. *A view of the river*. Cambridge: Harvard University Press, 1994. p. 110-125.

LIBÂNIO, M.; NETO, M. L. F.; PRINCE, A.; VON SPERLING, M.; HELLER, L. Consumo de água. *In*: *Abastecimento de Água para Consumo Humano.* Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2006, 810p.

LIMA, Sonaly Cristina Rezende Borges. *Aspectos demográficos da cobertura de serviços de saneamento no brasil urbano contemporâneo*. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MCCR-6W9N68/sonaly_rezende.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 jan. 2020.

MC. Ministério da Cidadania. *Bolsa família e Cadastro Único no seu Município*. 2019. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MDS. Secretaria Especial do Desenvolvimento Social. *Painel de monitoramento – Cadastro Único*. 2020a. Disponível em: <https://aplicacoes.mds.gov.br/sagirmps/bolsafamilia/painel.html>. Acesso em: 30 abr. 202.

MEC. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo Escolar: Resultados e resumos*. 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MEC. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Dicionário de Indicadores Educacionais: Fórmulas de Cálculo*. Brasília, 25 p., 2004. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484154/Dicion%C3%A1rio+de+Indicadores+Educacionais+f%C3%B3rmulas+de+c%C3%A1lculo/bf7eac55-d33b-42a7-8d54-2d70fa4e24a3?version=1.2>. Acesso em: 21 abr. 2020.

MINAS GERAIS. *Decreto nº 44.646, de 31 de outubro de 2007.* Disciplina o exame e anuência prévia pelo Estado, por meio da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana – Sedru, para aprovação de projetos de loteamentos e desmembramentos de áreas para fins urbanos pelos municípios. Belo Horizonte, 2007.

MINAS GERAIS. *Decreto nº 44.884, de 1º de setembro de 2008.* Altera e consolida a regulamentação da prestação de serviços públicos de água e esgoto pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa/MG, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2008b.

MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa COPAM n° 33, de 18 de dezembro de 1998*. Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do Rio Verde. Diário Executivo. Belo Horizonte, MG. 1998.

MINAS GERAIS. *Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012.* Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. Diário Executivo. Belo Horizonte, MG. 2012.

MINAS GERAIS. *Decreto Estadual nº 47.787, de 13 de dezembro de 2019*. Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50263>. Acesso em: maio de 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Reserva da Biosfera*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/reserva-da-biosfera.html>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. *Águas subterrâneas: Um recurso a ser conhecido e protegido*. Brasília: MMA, 2007. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/167/_publicacao/167_publicacao28012009044356.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

MS. Ministério da Saúde. *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.

MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.* Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em:

<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf> . Acesso em: 24 abr. 2020.

MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.* Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

MS. Ministério da Saúde. *Vigiagua*. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiagua>. Acesso em: 21 abr. 2020.

MS. Ministério da Saúde. *Programa saneamento básico: Série C – Projetos, Programas e Relatórios: n.57*. Brasília – Distrito Federal. 2002. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saneamento.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MS. Ministério da Saúde. *Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde.* Disponível em: <http://cnes.datasus.gov.br/pages/consultas.jsp>. Acesso em: 13 fev. 2020.

MS. Ministério da Saúde. *Saúda da Família: Uma Estratégia para a reorientação da modelo assistência.* Brasília. 1997. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd09_16.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MS. Ministério da Saúde. *Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional*. Disponível em: <https://sisaps.saude.gov.br/sisvan/relatoriopublico/index>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

MS. Ministério da Saúde. *Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde:* Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN. Brasília. 76 p. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes_coleta_analise_dados_antropometricos.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2020.

OHCHR. Office of the High Commissioner for Human Rights. Promotion and protection of all human rights, civil, political, economic, social and cultural rights, including the right to development. *Report of the independent expert on the issue of human rights obligations related to access to safe drinking water and sanitation, Catarina de Albuquerque.* OHCHR: 2009. Disponível em: <https://www.ohchr.org/Documents/Press/IE_2009_report.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

OHCHR. Office of the High Commissioner for Human Rights. Substantive issues arising in the implementation of the international covenant on economic, social and cultural rights. *General Comment N°. 15: The Right to Water (arts. 11 and 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Right)*. Geneva: OHCHR, 2002. Disponível em: <https://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/CESCR_GC_15.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

OHCHR. Office of the High Commissioner for Human Rights. General Comment n. 15: *The Right to Water (Arts. 11 and 12 of the Covenant).* Geneva: OHCHR, 2010. Disponível em: <https://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/CESCR_GC_15.pdf>. Acesso em: mai. 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. *The human right to water and sanitation: Resolution adopted by the General Assembly 64/292*. New York, 2010a.

PAZ, Mariana Gutierres Arteiro; LEÃO, Renata Souza; ESTANCIONE, Luizi Maria Brandão. *Ocupações irregulares e desastres naturais em metrópoles: sua relação com a governança da água*. Anais do XIII Simpósio Nacional de Geografia Urbana. 2013. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/sites/default/files/Paz%20-%20Ocupa%C3%A7%C3%B5es%20irregulares%20e%20desastres.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2020.

PEIXOTO, J. B. Série selo Projeto SanBas. *Nota técnica – eixo 8, Gestão: Instrumentos e mecanismos que garantam o acesso pela Administração Municipal e transparência para a sociedade aos dados e informações sobre os serviços de saneamento básico prestados mediante delegação contratual*. Projeto SanBas, 2020. No prelo.

PINTO, C. C. *Importância da avaliação de dados de concentração e de carga de poluentes em bacias hidrográficas: exemplo da bacia do rio Verde.* Dissertação – UFMG. Minas Gerais. p 189. 2016. Disponível em <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-AAHH7N> Acesso em: 10 jun. 2020.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; IPEA. Instituto de pesquisa econômica e aplicada; FJP. Fundação João Pinheiro. *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Caxambu,* 2013. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/>. Acesso em: 29 abr. 2020.

RODRIGUES, Fernanda. *Obras do balneário do Parque das Águas de Caxambu são finalizadas e local oferece novos serviços*. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2020/02/12/obras-do-balneario-do-parque-das-aguas-de-caxambu-sao-finalizadas-e-local-oferece-novos-servicos.ghtml>. Acesso em: 12 mar. 2020.

ROOKE, Juliana Maria Scoralick; RIBEIRO, Júlia Werneck. *Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública*. Disponível em: <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%25C3%25BAde.pdf>. Acesso em: 10 de jun. 2019.

SECRETARIA DA CÂMARA MUNICIPAL DE CAXAMBU. *Código de Obras do Município de Caxambu***.** Caxambu, MG. 28 f. 2000.

SISEMA. Sistema Estadual do Meio Ambiente. *Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.* Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2020. Disponível em: <idesisema.meioambiente.mg.gov.br>. Acesso em: 01 mai. 2020.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018*. 2019a. Disponível em: <http://www.SNIS.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Glossário de informações e indicadores de água e esgotos, resíduos sólidos e águas pluviais*. 2019b. Disponível em: <http://www.SNIS.gov.br/glossarios>. Acesso em: 30 abr. 2020.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Painel Setor de Saneamento*. 2018a. Disponível em: <http://www.SNIS.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>. Acesso em: 28 abr. 2020.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *SNIS – Série Histórica*. 2018b. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SOUZA, L. S. *Parque das Águas de Caxambu – MG: propriedades físico-químicas, aspectos hidrominerais e turísticos***.** 2014. 76 f. Dissertação (Grau em Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2014. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/geografia/sites/default/files/Parque%20das%20%C3%81guas%20de%20Caxambu.%20-%20corrigido.pdf >. Acesso em: 12 mar. 2020.

STRIEDER, Ivete Teresinha. *Análise do saneamento básico e das áreas de conflito de uso da terra no município de Salvador das Missões/RS*. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/dissertacoes_06-11/Ivete%20Teresinha%20Strieder.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2020.

SUN, D.; ZHANG, D.; CHENG, X. *Framework of National Non-Structural Measures for Flash Flood Disaster Prevention in China*. Water, Switzerland, n. 4, p. 272-282, 2012.

TAVARES, R. *Clima, tempo e desastres*. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 111-146."

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F.; SANTIAGO, A. F. Indicador de salubridade ambiental: variações da formulação e usos do indicador no Brasil. *Eng. Sanit. Ambiental*. v. 23, n. 3, p. 543-556, maio/jun. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n3/1809-4457-esa-23-03-543.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

TONETTI, A. L.; RESENDE, S.; FIGUEIREDO, I. C. S. Edição especial Saneamento Rural: Contribuição para a universalização do saneamento. *Revista DAE*. São Paulo, vol. 67, n. 220, p. 1- 189, 2019. Disponível em: <http://revistadae.com.br/downloads/edicoes/Revista-DAE-220.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de água*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. 643p.

TUCCI, C. E. M. *Controle de enchente*s. In: TUCCI, C. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp; ABRH, 1993. 944 p.

TUCCI, C.E.M. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n.2, p. 5-12, 1997.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n.1, p. 5-27, 2002.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. *Flood forecasting.* WMO Bulletin, [s.l.], v. 55, n. 3, 2006, p. 179-184.

TUCCI, C.E.M. *Águas Urbanas.* Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

UN. United Nations. *The human right to water and sanitation: resolution adopted by the General Assembly 64/292*. 2010. Disponível em: <https://www.refworld.org/docid/4cc926b02.html>. Acesso em: 27 abr. 2020.

UNGA. United Nations General Assembly. *Different levels and types of services and the human rights to water and sanitation. Report of the Special apporteur on the human right to safe drinking water and sanitation*. UN Document A/70/203. Geneve. 2015. Disponível em: <https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/203>. Acesso em: mai. 2020.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e climatologia*. Brasília: INMET, 2001. 515p.

VIANA, R. M.; RIBEIRO, A. M.; SOUZA, C. C. A.; FRANCO, M. P. V.; SOUZA, L. M.; FARIA, J. S. Carências habitacionais no Brasil e na América Latina: o papel do ônus excessivo com aluguel urbano. *Caderno de Geografia*. v. 29, n. 56, p. 287-305, 2019. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/18972>. Acesso em: 03 abr. 2020.

VILAÇA, M. F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R. *Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do Ribeirão Conquista no município de Itaguara – MG*. In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 2009. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/070.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

WHO. World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4th ed. WHO, 2011. Disponível em: <https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

ANEXOS

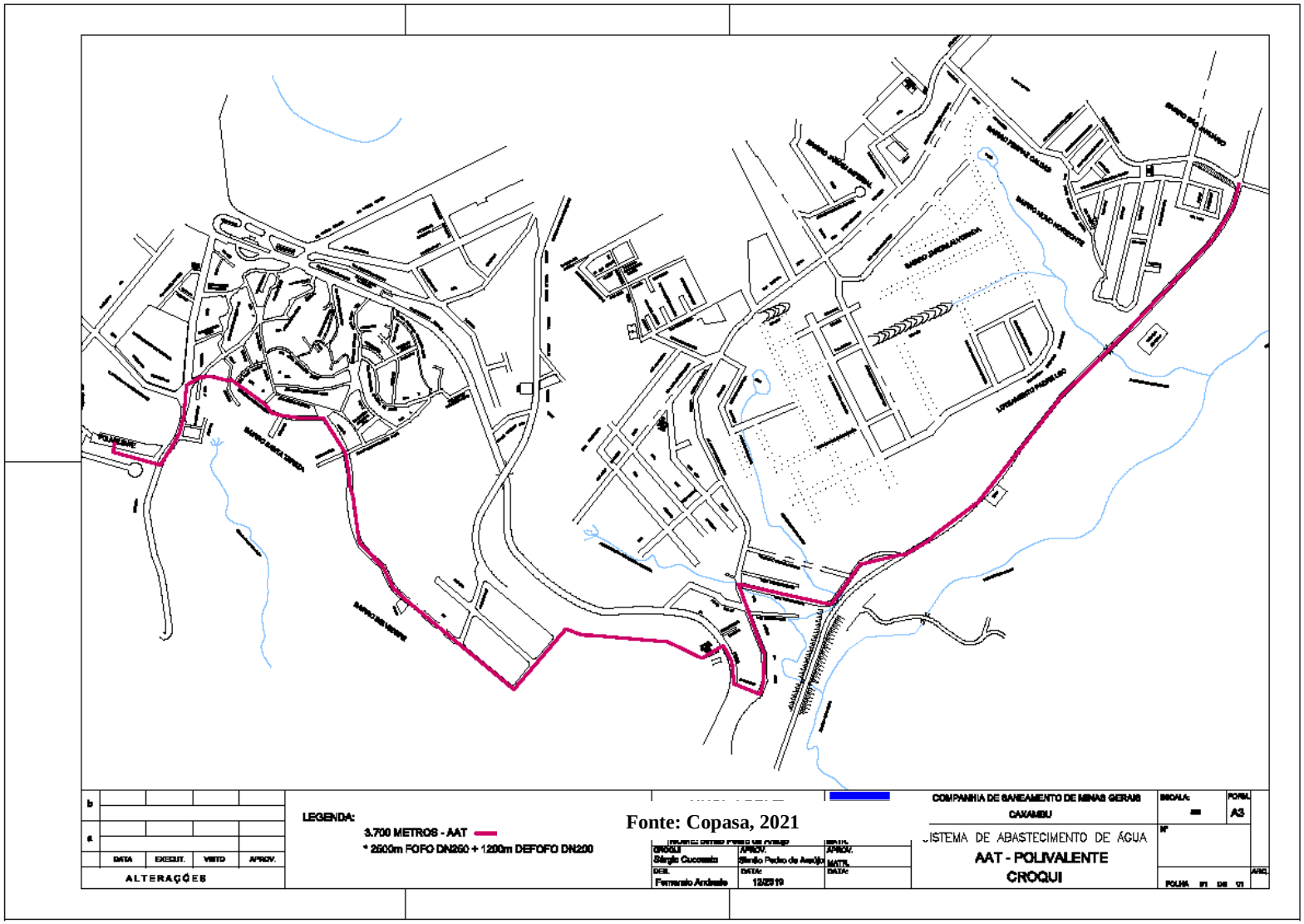
ANEXO A – LISTAGEM DE USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS CADASTRADOS E OUTORGADOS JUNTO AO ÓRGÃO AMBIENTAL ESTADUAL, NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU

Captações subterrâneas					
Tipo regularização	**Fonte de captação**	**Data de vencimento**	**Vazão (m^3/h)**	**Tempo de captação (hora)**	**Finalidade de uso**
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	20/03/2017	0.03	8	Lavagem de veículos
Outorga	Poço Tubular	Não informado	1.5	Não informado	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Nascente	07/01/2016	0.1	8	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	22/03/2012	0.21	24	Lavagem de veículos
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	07/06/2018	0.21	24	Lavagem de veículos
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	09/09/2019	2.04	4	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	05/11/2017	0.8	12	Consumo humano
Cadastro de uso insignificante	Nascente	07/01/2016	0.1	8	Consumo industrial
Outorga	Poço Tubular	11/02/2015	1.5	0	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	16/09/2016	0.3	8	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Nascente	18/09/2022	0.4	24	Consumo humano, dessedentação de animais
Cadastro de uso insignificante	Nascente	15/10/2018	0.06	12	Consumo humano, dessedentação de animais
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	26/01/2013	1.85	4	Consumo industrial
Outorga	Poço Tubular	31/05/2016	11	2	Consumo humano, paisagismo
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	20/03/2020	2.2	4	Consumo humano
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	12/11/2021	2	4	Lavagem de veículos
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	11/09/2021	0.065	8	Lavagem de veículos
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	27/03/2022	2.04	4	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Nascente	12/03/2021	0.36	24	Consumo humano, dessedentação de animais
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	15/09/2018	1.3	5	Consumo humano, lavagem de veículos

Captações subterrâneas					
Tipo regularização	**Fonte de captação**	**Data de vencimento**	**Vazão (m^3/h)**	**Tempo de captação (hora)**	**Finalidade de uso**
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	16/09/2019	0.3015	8	Consumo industrial
Outorga	Nascente	04/07/2022	11	Não informado	Consumo humano, paisagismo
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	16/09/2019	0.3125	8	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	18/07/2014	1.25	1.44	Consumo humano
Cadastro de uso insignificante	Nascente	07/01/2016	0.1	8	Consumo industrial
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	15/12/2016	2.87	3	Lavagem de veículos
Cadastro de uso insignificante	Poço Manual	09/08/2014	4	2	Consumo industrial

Captações superficiais					
Tipo regularização	**Fonte de captação**	**Data de vencimento**	**Vazão (m^3/s)**	**Tempo de captação (hora)**	**Finalidade de uso**
Cadastro de uso insignificante	Ribeirão João Pedro	13/10/2016	1	24	Aquicultura
Cadastro de uso insignificante	Córrego da Invernada	11/09/2022	0.3	3	Consumo humano
Cadastro de uso insignificante	Córrego Mombaça	26/05/2017	0	0	Aquicultura, recreação
Outorga	Rio Baependi	08/04/2015	0.0022	2	Extração mineral
Cadastro de uso insignificante	Ribeirão João Pedro	04/06/2020	0.3	2	Consumo humano
Outorga	Ribeirão do Bengo	17/01/2019	0	0	Não informado
Cadastro de uso insignificante	Sem denominação	29/05/2020	0.25	2	Consumo humano, recirculação de água, recreação
Outorga	Rio Baependi	17/09/2018	0.0013	6	Extração mineral
Outorga	Rio Baependi	26/01/2012	0.007	0	Extração mineral
Cadastro de uso insignificante	Córrego Mombaça	03/08/2018	0.5	24	Recreação
Cadastro de uso insignificante	Ribeirão do Bengo	06/03/2020	0	0	Paisagismo
Cadastro de uso insignificante	Ribeirão João Pedro	21/05/2016	1	24	Consumo humano, recreação
Cadastro de uso insignificante	Córrego Mombaça	29/10/2011	0	0	Controle de cheias
Cadastro de uso insignificante	Ribeirão João Pedro	01/10/2021	1	24	Aquicultura

ANEXO B – AMPLIAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO



Fonte: Copasa, 2021

ANEXO C – PLANO DE AMOSTRAGEM - ETA BAEPENDI-CAXAMBU

COPASA

PLANO DE AMOSTRAGEM – Anexo I

Erro! A entrada de AutoTexto não foi definida. Página 1 / 1

Localidade: Baependi e Caxambu | **Gerência:** GRVR

LOCALIDADE	TIPO DE ÁGUA	PONTO DE COLETA	PARÂMETRO	FREQUENCIA	LABORATÓRIO
Baependi	Bruta	Chegada do tratamento	Turbidez; cor; pH, flúor e cloro	01 análise por turno	ETA
Baependi	Bruta	Manancial	Densidade de cianobactérias e E. Coli	Mensal	Lab. Regional
Baependi	Bruta	Manancial	Análise de Cobre Dissolvido; Análise de Metais	Semestral	Lab. Central
Baependi	Bruta	Manancial	Alumínio dissolvido, cianeto, cloreto, cor, DBO, ferro, fluoreto, fósforo, manganês, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, OD, pH, sólidos dissolvidos totais, sulfato, sulfeto, surfactantes e turbidez	Semestral	Lab. Regional
Baependi	Tratada	Rede de distribuição	E. coli e PCA	06 análises mensais	Lab. Regional
Baependi	Tratada	Rede de distribuição	Turbidez e cloro	06 análises mensais	Lab. Regional
Baependi	Tratada	Rede de distribuição	E. Coli	22 análises mensais	ETA
Baependi	Tratada	Rede de distribuição	Turbidez; pH, cloro	22 análises mensais	ETA
Baependi	Tratada	Rede de distribuição	Análise de Trihalometano	Semestral	Lab. Central
Baependi	Tratada	Reservatório	E. coli e PCA	01 análise por unidade	Lab. Regional
Baependi	Tratada	Reservatório	Turbidez e cloro	01 análise por unidade	Lab. Regional
Baependi	Tratada	Saída do tratamento	E. Coli	02 análises semanais	ETA
Baependi	Tratada	Saída do tratamento	Turbidez; cor; pH, flúor e cloro	Análise a cada 02 horas	ETA
Baependi	Tratada	Saída do tratamento	Análise de Clorito, Análise de Glifosato, Compostos Orgânicos Semi Voláteis, Análise de Bromato, Análise de Fenóis Orgânico, Análise de Pesticidas LCMS, Análise de THM e COVS, Análise de Acrilamida, Análise de Metais Saída Tratamento Interior;	Semestral	Lab. Central
Baependi	Tratada	Saída do tratamento	Alcalinidade, amônia, cianeto, cloreto, cloro residual, condutividade, cor, dureza, ferro, fluoreto, manganês, nitrato, nitrito, pH, sólidos dissolvidos totais, sulfato, sulfeto, surfactantes e turbidez	Semestral	Lab. Regional
Caxambu	Tratada	Rede de distribuição	E. coli e PCA	08 análises mensais	Lab. Regional
Caxambu	Tratada	Rede de distribuição	Turbidez e cloro	08 análises mensais	Lab. Regional
Caxambu	Tratada	Rede de distribuição	E. Coli	31 análises mensais	ETA
Caxambu	Tratada	Rede de distribuição	Turbidez; pH, cloro	31 análises mensais	ETA
Caxambu	Tratada	Rede de distribuição	Análise de Trihalometano	Semestral	Lab. Central
Caxambu	Tratada	Reservatório	E. coli e PCA	01 análise por unidade	Lab. Regional
Caxambu	Tratada	Reservatório	Turbidez e cloro	01 análise por unidade	Lab. Regional

ANEXO D – PLANO DE AMOSTRAGEM - ETE CAXAMBU

PLANO DE AMOSTRAGEM DA ETE CAXAMBU / GRVR - 2021

PONTOS	PARÂMETROS	TIPO DE ANÁLISE	ROTEIRO	Frequência
Efluente Saída da ETE	Temperatura*, Vazão*, pH* e Sólidos Sedimentáveis*			Diariamente
Efluente Saída da ETE	DQO, SST			Quinzenal
Efluente Saída da ETE	DBO, DQO, SST			15/02 - 19/04 - 14/06 - 16/08 18/10 - 20/12

PONTOS	PARÂMETROS	TIPO DE ANÁLISE	ROTEIRO	Frequência
Afluente de entrada na ETE	DBO, DQO, Sólidos Sedimentáveis			18/01 - 17/05 - 19/07 - 16/11
Efluente Saída da ETE	Condutividade, DBO, DQO, **pH***, Sólidos Sedimentaveis, SST, OG			
Montante da ETE	DBO, DQO, **pH***,Turbidez, **OD***, Condutividade			
Jusante da ETE	DBO, DQO, **pH***,Turbidez, **OD***, Condutividade			

PONTOS	PARÂMETROS	TIPO DE ANÁLISE	ROTEIRO	Frequência
Afluente de entrada na ETE	DBO, DQO, Sólidos Sedimentáveis			15/03 - 20/09
Efluente Saída da ETE	Cloreto, Condutividade, DBO, DQO, **pH***, Sólidos Sedimentaveis, OG, Fósforo, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato, Substâncias tensoativas, SST			
Montante da ETE	Cloreto total, Condutividade, Fósforo total, Nitrato, Nitrogênio amoniacal total, OG, Substâncias tensoativas, DBO, DQO, **pH***,Turbidez, **OD***			
Jusante da ETE	Cloreto total, Condutividade, Fósforo total, Nitrato, Nitrogênio amoniacal total, OG, Substâncias tensoativas, DBO, DQO, **pH***,Turbidez, **OD***			

PONTOS	PARÂMETROS	TIPO DE ANÁLISE	ROTEIRO	DATA DA COLETA
MÓDULO 1 - Registro Médio	**pH***, Temperatura da amostra, Temperatura ambiente,Sólidos Totais, Sólidos Totais Voláteis, Sólidos Totais Fixos	ALOD	355	02/03 - 13/07 - 03/11
MÓDULO 2 - Registro Médio	**pH***, Temperatura da amostra, Temperatura ambiente,Sólidos Totais, Sólidos Totais Voláteis, Sólidos Totais Fixos			

PONTOS	PARÂMETROS	TIPO DE ANÁLISE	ROTEIRO	DATA DA COLETA
Rib. João Pedro - Montante da ETE CAXAMBU	E-Coli**	BACC	745***	03/02 - 07/04 - 02/06 - 04/08 - 04/10 - 01/12
Rib. João Pedro - Jusante da ETE CAXAMBU	E-Coli			
Rib. João Pedro-Jusante da ETE-Ponte	E-Coli			
Efluente Final de Menor Vazão	E-Coli			
Efluente Final de Maior Vazão	E-Coli			

PONTOS	PARÂMETROS	TIPO DE ANÁLISE	ROTEIRO	DATA DA COLETA
Rib. João Pedro - Montante da ETE	Clorofila-a, fitoplâncton qualitativo e quantitativo.	FIQT, FIQL, CLOF	237***	03/02 - 04/08
Rib. João Pedro - Jusante da ETE	Clorofila-a, fitoplâncton qualitativo e quantitativo.			
Rib. João Pedro - Jusante da ETE (Ponte)	Clorofila-a, fitoplâncton qualitativo e quantitativo.			

Tipos de Coletas de Amostras:

- Simples: Para todas as amostras do Rio Verde (Corpo Receptor) e para realizar as análises de E. Coli, as amostras de óleos e graxas deverão ser coletadas pontualmente às 12:00 h.

- Composta: Para os parâmetros físico-químicos tanto no afluente quanto no efluente da ETE, sendo realizada por um período de 24 horas, contemplando o horário de maior vazão, durante a composição das amostras a temperatura do recipiente não deverá ultrapassar 6°C para evitar interferência nos resultados. GUARDAR EM REFRIGERADOR.

Parâmetros com *: Estes parâmetros devem ser feitos no Laboratório da ETE e os resultados devem ser anotados no roteiro de coleta. Atenção ao pH que deverá ser realizado em cada alíquota coleta e anotada na mala direta enviada com roteiro a média aritmética servindo também este procedimento para temperatura

E. Coli (*Escherichia Coli*) : Para realizar as análises de E. Coli, serão feitas duas coletas simples: uma no horário de menor vazão e outra no horário de maior vazão. Estas análises deverão ser feitas no Laboratório Regional, em Varginha, o prazo máximo para a realização é de 24 horas após a coleta. As amostras devem ser mantidas refrigeradas até a realização das análises.**

Teste de Toxicidade Aguda: A realização do teste de toxicidade aguda no Efluente de lançamento do corpo receptor, o qual é feito anualmente, é de responsabilidade da USPQ, que informará a data da coleta.

As amostras em amarelo e laranja deverão ser enviadas para Varginha.

Elaborado por: André Aurélio da Silva; Luana C. S. Lima; Ricardo B. Tameirão; Lélio Anderson	Aprovado por: Luana C. S. Lima Aprovado por: Carlos José Coelho

ANEXO E – PARECER DE APROVAÇÃO FINAL DO PRODUTO C DO PMSB DE CAXAMBU

PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO C DO PMSB DE CAXAMBU

Parecer nº. 001/2021, de 21 de junho de 2021

O Comitê Executivo e o Comitê de Coordenação da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Caxambu, instituídos por meio da Portaria Municipal nº 121/2021 e Decreto Municipal nº 2848/2021, respectivamente, tem a responsabilidade de contribuir com a avaliação dos Produtos do PMSB elaborados pela Equipe UFMG/Projeto SanBas. Ainda, o Comitê de Coordenação tem a responsabilidade de formalizar as correções e aprovação dos Produtos do PMSB do município de Caxambu por meio de uma Câmara Técnica, definida pelo Decreto nº2859/2021.

Conforme Ofício nº067/2021, cabe aos membros da Câmara Técnica a responsabilidade de reunir as contribuições dos membros dos Comitês (Executivo e de Coordenação), redigir e assinar o Parecer de Aprovação do Produto C, para a Equipe UFMG/Projeto SanBas, até o dia 10 de junho de 2021, para o e-mail pmsbufmgfunasa@gmail.com .

Nesse contexto, o presente documento tem como objetivo validar o Produto C elaborado pela Equipe UFMG/Projeto SanBas e encaminhado ao município de Caxambu no dia 21 de maio de 2021. A leitura do Produto C foi realizada pelos seguintes membros dos Comitês: que realizaram considerações para aprovação dos Produtos:

Nesse contexto, o Comitê de Coordenação do PMSB de Caxambu, com apoio do Comitê Executivo, define, por meio do presente documento, que o Produto C está:

( ) Aprovado sem ressalvas

(x) Aprovado com ressalvas

As considerações realizadas no presente parecer terão prazo de 5 dias úteis para serem avaliadas pela Equipe UFMG/Projeto SanBas. Após a avaliação das considerações, estas

Eu, Vanessa Gomes Santos, como membro do Comitê de Coordenação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Caxambu, analisando o Produto D de forma geral, considero que a proposta está bem contundente e abrange diversos fatores relativos a abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos, apontando as potencialidades e as fragilidades nas áreas urbanas e rurais de Caxambu e sugerindo alternativas técnicas e ações de Saneamento Básico para a implantação do PMSB na cidade.

Logo, considerando as propostas apresentadas no Produto D pela Equipe SanBas e considerando experiências minhas relacionadas a fatores de Saneamento Básico, enquanto:

- residente em Caxambu, notando os cenários apresentados em áreas urbanas e rurais da cidade ligados à drenagem de águas pluviais e ao manejo de resíduos sólidos e visando os cuidados de Saneamento Básico ligados à qualidade da Saúde e do Meio Ambiente e à valorização da cidade de Caxambu como riqueza natural, terapêutica e turística;

- residente por quatro meses na Ecovila Terra Uma, situada na área rural da cidade de Liberdade (MG), a qual adota o uso eficiente de banheiros secos, composteiras e minhocários;

- agente de Turismo Rural, habilitada pelo curso Turismo Rural promovido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR (MG);

- ministrante de oficinas de Cultura e Educação Ambiental realizadas no Parque do Horto Florestal – Cantareira e no Parque Ecológico do Tietê (figura 65), e usuária freqüente do Parque Ibirapuera (figura 52), parques urbanos situados na cidade de São Paulo (SP);

- participante do Encontro de Iniciativas Socioambientais – EISA, promovido pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo;

- atuante nas áreas de Gestão e de Sustentabilidade e em Projetos Socioambientais, que visam a análise de impactos ambientais e a proposta de alternativas viáveis e sustentáveis, adotando o conceito 4R's (Reciclagem, Reuso, Redução e Recusa);

Destaco importantes as seguintes propostas e considerações, positivas para o Saneamento Básico, a Saúde, o Meio Ambiente e o Turismo na cidade de Caxambu:

1 - Identificação e mapeamento dos cursos d'água e bueiros existentes na cidade de Caxambu;

2 - Criação e ampliação de mata ciliar próxima a cursos d'água, reduzindo a probabilidade de alagamentos e de assoreamentos;

3 - Adoção de calçamentos permeáveis (figuras 54 a 59) em vias públicas (calçadas, praças e parques), inclusive nos arredores de espaços públicos (escolas, unidades de saúde e de assistência social, espaços esportivos e de lazer);

4 - Adoção de telhados verdes (figura 48) e de sistemas de captação de água pluvial (figura 72) em estruturas de espaços públicos (rodoviária, parques, escolas, unidades de saúde e de assistência social, espaços esportivos e de lazer);

5 - Implantação de bueiros inteligentes (figura 73) e de redes (figura 74) para a retenção de resíduos sólidos em áreas urbanas;

6 - Instalação de lixeiras para resíduos recicláveis e orgânicos em espaços públicos urbanos e rurais;

7 - Criação e implantação de centros de compostagem em áreas urbanas e rurais;

8 - Criação e implantação de banheiros secos (tabela 41) e de sistemas de captação de água pluvial (figura 72) em áreas rurais;

9 - Manutenção da limpeza de espaços públicos (serviços de varrição, capina e poda), promovendo a qualidade de saúde e de bem-estar dos moradores e turistas, a preservação das riquezas naturais e a valorização do turismo em Caxambu;

10 - Promoção de campanhas e ações referentes à coleta de lixo eletrônico, óleos de cozinha e medicamentos, uma vez que o descarte indevido destes causa a contaminação do solo e dos lençóis freáticos e outros danos ao Meio Ambiente e à Saúde;

11 - Promoção de campanhas referentes ao recolhimento de fezes de animais domésticos em vias públicas, uma vez que fezes de animais afetam a limpeza da cidade e que em dias de chuva caem em bueiros, córregos e afluentes, comprometendo a qualidade da drenagem da água, da Saúde e do Meio Ambiente;

12 - Melhoria de estruturas e equipamentos referentes aos serviços de coleta de resíduos sólidos (recicláveis, especiais e orgânicos);

13 - Treinamento e capacitação para catadores de resíduos sólidos (recicláveis, especiais e orgânicos);

14 – Criação e implantação de projetos de Educação Ambiental nas áreas urbanas e rurais, com o intuito de informar e conscientizar a população sobre os impactos ambientais existentes e de incentivar a participação social na criação e execução de ações sustentáveis. Considero um Projeto de Educação Ambiental essencial como função complementar para o êxito da implantação, execução e manutenção do Plano Municipal de Saneamento Básico proposto e para maior colaboração da população.

Atenciosamente,
Vanessa Gomes Santos

Membro do Comitê de Coordenação do PMSB de Caxambu, atuante
em Gestão e Sustentabilidade, Arte-educação e Educação Ambiental
vanessa.gomsant@yahoo.com.br

PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO C DO PMSB DE CAXAMBU

As considerações realizadas no presente parecer terão prazo de 5 dias úteis para serem avaliadas pela Equipe UFMG/Projeto SanBas. Após a avaliação das considerações, estas serão inseridas ao Produto caso a Equipe UFMG/Projeto SanBas julgue pertinente. Não sendo possível a alteração do conteúdo, será justificado ao Comitê de Coordenação.

Nestes termos e observando as orientações do Ofício n° 067/2021, com recomendações da Equipe UFMG/Projeto SanBas, esse Parecer segue assinado pela Câmara Técnica do Comitê de Coordenação.

Caxambu /MG, 21 de junho de 2021

Fábio Curi Hauegen
Representante do Poder Legislativo

Joaquim Luiz dos Santos Machado
Representante do Poder Executivo

Sérgio Araújo Cuconato
Representante do prestador de serviços

Edson Vander Cunha Resende
Representante da Sociedade Civil

José Júlio de Sousa Filho
Representante da Sociedade Civil

Rubens Hipólito de Aquino
Representante da Sociedade Civil