



Universidade de Brasília

Graduação em Ciências Ambientais

Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS)

Departamento de Economia (ECO)

Instituto de Ciências Biológicas (IB)

Instituto de Geociências (IG)

Instituto de Química (IQ)

Amanda Machado Martins

Joana Gabriely Ferreira

ÁGUA, SANEAMENTO E TERRITÓRIO:

Estudo de Caso da Comunidade Quilombola de Buraquinhos,

Noroeste de Minas Gerais

Brasília

2023

AMANDA MACHADO MARTINS
JOANA GABRIELY FERREIRA

ÁGUA, SANEAMENTO E TERRITÓRIO:

**Estudo de Caso da Comunidade Quilombola de Buraquinhos,
Noroeste de Minas Gerais**

Monografia submetida ao curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Strapasson – Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da Universidade de Brasília (UnB)

Supervisores-externos:

Dr. Jorge Mesquita Huet Machado – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Dr. Carlos Eduardo Pacheco Lima – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Brasília
2023

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MM386a? Machado Martins, Amanda
ÁGUA, SANEAMENTO E TERRITÓRIO: Estudo de Caso da
Comunidade Quilombola de Buraquinhos, Noroeste de Minas
Gerais / Amanda Machado Martins, Joana Gabriely Ferreira;
orientador Alexandre Betinardi Strapasson. -- Brasília,
2023.
142 p.

Monografia (Graduação - Ciências Ambientais) --
Universidade de Brasília, 2023.

1. ÁGUA E SANEAMENTO. 2. TERRITÓRIOS TRADICIONAIS . 3.
COMUNIDADE QUILOMBOLA DE BURAQUINHOS. 4. SISTEMAS
ALTERNATIVOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS. 5.
SANEAMENTO RURAL. I. Ferreira, Joana Gabriely. II. Betinardi
Strapasson, Alexandre, orient. III. Título.

AMANDA MACHADO MARTINS
JOANA GABRIELY FERREIRA

ÁGUA, SANEAMENTO E TERRITÓRIO:
Estudo de Caso da Comunidade Quilombola de Buraquinhos,
Noroeste de Minas Gerais

Aprovado em 18 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alexandre Strapasson

Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB
Membro e Orientador

Prof. Dr. Carlos Hiroo Saito

Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas (IB) e
Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB
Membro Convidado

Brasília
2023

DEDICATÓRIA

Eu sou é eu mesmo. Diverjo de todo o mundo... Eu quase que nada não sei. Mas desconfio de muita coisa. O senhor concedendo, eu digo: para pensar longe, sou cão mestre – o senhor solte em minha frente uma idéia ligeira, e eu rastreio essa por fundo de todos os matos, amém!

Grande Sertão: Veredas

João Guimarães Rosa

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização desta monografia.

Primeiramente, queremos agradecer uma à outra, Amanda e Joana, por nossa parceria e companheirismo ao longo deste processo. Trabalhar juntas foi uma experiência enriquecedora e gratificante, e não poderíamos ter alcançado este resultado sem o apoio mútuo, a troca de ideias e o esforço conjunto.

Também queremos estender nossos agradecimentos aos nossos orientadores, Prof. Dr. Alexandre Strapasson e aos coorientadores Dr. Jorge Mesquita Huet Machado e Dr. Carlos Eduardo Pacheco Lima, além da colaboração do Prof. Dr. Carlos Hiroo Saito, pelas suas orientações perspicazes, feedbacks valiosos e paciência ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ademais, gostaríamos de expressar nossa gratidão aos membros do corpo docentes do curso de CiAmb e de outros institutos, técnicos e servidores, por dedicarem e compartilharem seu tempo e expertise durante este percurso acadêmico. Esses apoios foram fundamentais para a conclusão dessa jornada.

À nossa família, amigos e pets, pelos seus constantes incentivos, compreensão e apoio emocional, mesmo nos momentos mais desafiadores, nosso mais profundo agradecimento.

Por fim, a todas as fontes de inspiração, autores, pesquisadores e profissionais cujo trabalho nos serviu de referência e orientação. Muito obrigado a todos que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso deste trabalho.

Com gratidão,

Amanda Martins e Joana Ferreira.

PREFÁCIO

Como produto da nossa trajetória acadêmica na graduação em Ciências Ambientais, temos o prazer de apresentar este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), fruto da intensa dedicação e paixão pelos estudos da saúde do meio ambiente.

Durante os anos na Universidade de Brasília (UnB), tivemos a imensa oportunidade de explorar diferentes disciplinas, abordagens e métodos de ensino que vêm ampliando nosso entendimento sobre os desafios e as oportunidades relacionadas à causa socioambiental.

Ao longo dessa jornada fomos inspiradas por pesquisadores, professores, profissionais e lideranças locais, os quais nos guiaram e compartilharam conhecimentos valiosos que nos levaram a desenvolver este trabalho.

No decorrer de nossa formação como cientistas ambientais, nos deparamos com um gama de complexidades que envolvem diversas problemáticas socioambientais que demandam uma visão integrada e transdisciplinar.

O curso nos possibilitou a perspectiva interdisciplinar e tivemos a oportunidade de construir uma pesquisa transdisciplinar, com a perspectiva da união da formação em duas ênfases curriculares: “Políticas da Sustentabilidade”, ofertada pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) e cursada pela autora Amanda Martins; e “Manejo e Conservação de Recursos Hídricos e Solos” do Instituto de Geociências (IG) e Instituto de Química (IQ), cursada por Joana Ferreira.

A autora Joana, atualmente estagiária do Laboratório de Solos e Mudanças Ambientais da Embrapa Hortaliças, teve a oportunidade de trabalhar em pesquisas relacionadas aos impactos das mudanças ambientais no solo e na agricultura e aos sistemas de tratamento alternativos de efluentes. Essa experiência proporciona a visão ampliada sobre a importância da proteção ambiental e da busca por soluções sustentáveis.

Ao tempo que a autora Amanda Martins, atualmente estagiária no Projeto Territórios Saudáveis e Sustentáveis do Semiárido (PTSSS) do Programa de

Promoção da Saúde, Ambiente e Trabalho (PSAT) da Fiocruz Brasília, teve a chance de participar do curso de formação dos Agentes Populares de Saúde no Grande Sertão Veredas ofertado pelo PSAT, possibilitando o contato com comunidades quilombolas presentes em Minas Gerais (MG), município de Chapada Gaúcha, distrito de Serra das Araras, com núcleos formados por representantes de quatro comunidades: Buraquinhos, Barro Vermelho I, Barro Vermelho II e Morro do Fogo.

Ao longo dessa jornada acadêmica e profissional, tivemos a oportunidade de conhecer a realidade de algumas dessas comunidades quilombolas. Ao compartilharmos nossas experiências em uma conversa durante o intervalo do trabalho remoto, em 2022, surgiu a ideia de escrever o trabalho de conclusão de curso em dupla, integrando nossos conhecimentos. Esse contato despertou nosso interesse pelo saneamento básico rural, impulsionado pelo desejo de contribuir na busca de soluções alternativas planejadas, que envolvam a academia, órgãos governamentais e a participação social.

A escolha da comunidade de Buraquinhos para o estudo de caso ocorreu por conta da percepção da situação de vulnerabilidade relatada pelos Agentes Populares de Saúde (APS), durante o curso de formação. O difícil acesso (isolamento físico) da comunidade implica na falta da garantia de alguns de seus direitos, principalmente quando se trata do abastecimento de água e do esgotamento sanitário. Esses relatos ficam evidentes em documentos oficiais publicados por entidades governamentais, como a pesquisa que está em curso do PSAT, Fiocruz Brasília, e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR).

A comunidade já está familiarizada com projetos pensados por instituições de tratamentos de água alternativos para o local, além de ter uma notória capacidade de mobilização e potencial de organização, é uma comunidade quilombola rural de um pequeno povoado com aproximadamente 27 famílias, facilitando o contato entre todos da comunidade.

Percebemos que o saneamento rural é um desafio significativo nestas regiões, impactando diretamente a saúde e a qualidade de vida dos moradores. Além disso, entendemos a importância de abordar a questão de forma holística,

considerando não apenas o acesso à água potável, mas também o tratamento de esgoto e a educação sanitária.

Portanto, escolhemos investigar o saneamento rural da comunidade quilombola de Buraquinhos como tema central de nosso trabalho. Acreditamos que essa pesquisa contribuirá para a compreensão dos desafios enfrentados pela comunidade e poderá auxiliar na proposição de soluções, evidenciando a situação para o governo.

Nota: os elementos apresentados nesta pesquisa expressam as visões e interpretações das autoras, baseadas em visitas e literaturas consultadas, como estudantes de Ciências Ambientais da UnB, e não necessariamente de seus atuais órgãos de atuação profissional, Embrapa e Fiocruz, muito embora essas instituições tenham contribuído grandemente a esta pesquisa. Eventuais dados obtidos dessas instituições e ainda não publicados foram consultados internamente quanto à sua disponibilidade para uso pontual e de forma agregada, estando devidamente citados, sem prejuízo aos trabalhos dessas instituições.

RESUMO

O acesso à água e saneamento básico é reconhecido como um direito fundamental para garantir uma vida digna, de qualidade e saudável, conforme preconizado pela Organização Mundial da Saúde. No entanto, essa realidade ainda não abrange toda a população brasileira, evidenciando-se pela falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário por cerca de 40% dos brasileiros, conforme dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Essa carência é visível em casos de esgoto a céu aberto, especialmente em áreas postas à margem da sociedade. O tema do saneamento básico transcende diversas áreas do conhecimento, incluindo saúde, ciências ambientais, sociais e tecnológicas. A falta de saneamento adequado está associada a doenças de veiculação hídrica, contribuindo para a incidência de óbitos, principalmente em comunidades vulneráveis. Historicamente, esforços para entender as dinâmicas das doenças relacionadas à qualidade da água remontam ao século V a.C. Comunidades distantes dos centros urbanos, como a comunidade quilombola de Buraquinhos, no Distrito de Serra das Araras, município de Chapada Gaúcha, em Minas Gerais, enfrentam desafios significativos devido à falta de infraestrutura básica. Essa realidade é particularmente evidente em contextos agrícolas de subsistência, onde a qualidade das águas residuárias se torna uma preocupação. Diante desse cenário, as tecnologias alternativas de tratamento de efluentes, assim como de distribuição de água surgem como soluções sustentáveis para o tratamento adequado das águas residuais, promovendo uma abordagem sistêmica e sinérgica na gestão inteligente dos recursos disponíveis.

Palavras- chave: água, saneamento básico, qualidade ambiental, quilombo, territórios tradicionais, tratamento de efluentes.

ABSTRACT

Access to water and basic sanitation is recognized as a fundamental right to ensure a dignified, high-quality, and healthy life, as advocated by the World Health Organization. However, this reality still does not encompass the entire Brazilian population, as evidenced by the lack of access to sewage services by approximately 40% of Brazilians, according to data from the National Water and Basic Sanitation Agency. This deficiency is visible in cases of open sewage, especially in low-income areas. The topic of basic sanitation transcends various fields of knowledge, including health, social sciences, and technology. The lack of adequate sanitation is associated with waterborne diseases, contributing to the incidence of deaths, especially in vulnerable communities. Historically, efforts to understand the dynamics of diseases related to water quality date back to the 5th century BCE. Communities distant from urban centers, such as the quilombola community of Buraquinhos in the District of Serra das Araras, municipality of Chapada Gaúcha, in Minas Gerais, face significant challenges due to the lack of basic infrastructure. This reality is particularly evident in subsistence agricultural contexts, where the quality of wastewater becomes a concern. In this scenario, alternative technologies emerge as sustainable solutions for the proper treatment of wastewater, promoting a systemic and synergistic approach in the intelligent management of available resources.

Keywords: water, basic sanitation, environmental quality, quilombo, traditional territories, effluent treatment

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Carta Síntese de Chapada Gaúcha	39.
Figura 2: Mapa LAPIS	41.
Figura 3: Comunidades mapeadas no norte de Minas.....	42.
Figura 4: Mapa LAPIS	42.
Figura 5: Mapa dos municípios de Arinos, Chapada Gaúcha (local da pesquisa) e entorno	45.
Figura 6: Mapa da bacia do Rio Pardo.....	47.
Figura 7: Tipos de setores censitários do Censo Demográfico	52.
Figura 8: Destino do esgoto doméstico nos domicílios rurais brasileiros	55.
Figura 9: Disposição dos domicílios e composição da comunidade de Buraquinhos	66.
Figura 10: Apresentação dos mapas na Geodésica de Serra das Araras.....	70.
Figura 11: Sistemas de Tratamento de esgoto.....	74.
Figura 12: Fluxograma genérico de tratamento de esgoto sanitário com níveis de tratamento: preliminar, primário, secundário e terciário.	75.
Figura 13: Fossa Séptica	79.
Figura 14: Lodo Ativado	79.
Figura 15: Lodo Ativado	80.
Figura 16: Lagoa anaeróbica, Lagoa Facultativa e lagoas de maturação	81.
Figura 17: Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente.....	82.
Figura 18: Eficiência de diversos sistemas de tratamento de esgoto	83.
Figura 19: Esquema do Biofilme	86.
Figura 20: Biofilme	86.
Figura 21: Esquema de Reator anaeróbio de fluxo ascendente compacto	87.
Figura 22: Corte Transversal do Sistema TEvap.....	88.
Figura 23: Esquema de fossa séptica biodigestora.....	89.
Figura 24: FSB instalada em Holambra-SP.....	89.
Figura 25: Salta – Z.....	93.
Figura 26: Protótipo do Sistema ReAqua funcionando em condições operacionais (TRL/MRL 7) na Embrapa Hortaliças, Brasília – DF.	94.
Figura 27: Esquema animado do ReAqua	94.

.

Figura 28: Manejo das águas do rio, açude e córrego	101.
Figura 29: Perfil de uso da água	101.
Figura 30: Perfil de uso da água	103.
Figura 31: Manejo das águas residuais.....	103.
Figura 32: Manejo das águas residuais.....	104.
Figura 33: Destino das águas residuais.	104.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Transições MRM e respectivas energias de colisão.....	48.
Tabela 2: Processos de tratamento de água residuária	76.
Tabela 3: Mecanismos de remoção de poluentes no SAC.....	77.
Tabela 4: Pontuação dos atributos.....	108.
Tabela 5: <i>Ranking</i> das tecnologias.	110.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Ações e ferramentas de cada uma das três fases do diagnóstico rural participativo para a comunidade de Buraquinhos.....	30.
Quadro 2: Características físicas, químicas e biológicas do esgoto domésticos	72.
Quadro 3: Algumas alternativas de degradação biológica para tratamento de esgoto	78.
Quadro 4: Legislações estaduais e municipais sobre reuso de águas.....	95.
Quadro 5: Principais normas relacionadas ao reuso de esgotos tratados na agricultura.....	99.
Quadro 6: Síntese das principais características das oito tecnologias descentralizadas para o tratamento de esgoto e suas tecnologias para a recomendação do SAT para a comunidade quilombola de Buraquinhos.	109.
Quadro 7: Eficiência na remoção de matéria Orgânica.....	110.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. Relevância do tema e justificativa.....	20
1.2. Objetivos.....	24
1.3. Estrutura da monografia	25
2. METODOLOGIA	26
3. SANEAMENTO, TERRITÓRIOS TRADICIONAIS E TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS.....	32
3.1. Breve contexto histórico da agenda da sustentabilidade.....	32
3.2. Territórios tradicionais.....	34
3.2.1. Comunidade quilombola e sua luta por direitos	35
3.2.2. Racismo Ambiental	38
3.3. Caracterização ambiental e histórico-demográfica	40
3.3.1. Chapada Gaúcha	43
3.3.2. Serra das Araras	45
3.3.3. Buraquinhos	49
3.4. Saneamento Básico e Rural	51
3.4.1. Contextualização da problemática hídrica e sanitária no Brasil	56
3.5. Território Saudável e Sustentável - Iniciativa Fiocruz Brasília	59
3.5.1. Formação de Agentes Populares	59
3.5.2. Atividade Núcleos Aprimorados de Estudo	64
3.6. Sistemas de tratamento de Esgoto	72
3.6.1. Estação de Tratamento de Esgoto Convencional	74
3.6.2. Sistemas Alternativos de Tratamento (SAT) de esgoto.....	83
3.6.3. Sistemas Alagados Construídos (SAC).....	85
3.6.4. Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (RAFA) Compacto.....	87
3.6.5. Tanque de Evapotranspiração (TEvap).....	87
3.6.6. Fossa Séptica Biodigestora (FSB)	88
3.7. Tecnologias sociais.....	90
3.7.1. Salta – Z (FUNASA)	91
3.7.2. ReAqua (EMBRAPA Hortaliças).....	93
3.8. Água de efluente tratada para reuso.....	94

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES FINAIS.....	100
4.1. Perspectiva de consumo de água potável	100
4.2. Condições Sanitárias	103
4.3. Critérios e soluções de tratamento de água e efluente.....	105
4.4. Diagnóstico do Sistema Alternativo	107
5. CONCLUSÃO	113
REFERÊNCIAS.....	116

1. INTRODUÇÃO

A água é um direito fundamental de todo o cidadão e o saneamento básico é uma condição essencial para se garantir uma vida digna, de qualidade e com saúde, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO, 2019), entretanto, não é uma realidade que atenda a totalidade da população brasileira. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2017), aproximadamente 40% dos brasileiros não têm acesso a serviços de esgotamento sanitário, situação que pode ser percebida nos vários casos de esgoto a céu aberto, principalmente em áreas de baixo poder aquisitivo.

O Saneamento Básico é um assunto que engloba diferentes áreas do conhecimento, tais como saúde, ciências sociais e tecnológicas. A falta de um saneamento adequado pode causar diferentes doenças de veiculação hídrica e a precariedade destes serviços também contribui para a incidência de óbitos, principalmente em comunidades vulneráveis (Aisse, 2000; Garcia, 2017; Machado, 2015).

O primeiro esforço sistemático para compreender a dinâmica das doenças, que frequentemente afligem as populações e se proliferaram em certas condições ambientais, remonta ao século V a.C. durante o período da Grécia Antiga. Descobriu-se que, a qualidade da água estava relacionada ao surgimento de disenterias e diarreias em seres humanos. Hipócrates, considerado o 'pai da medicina ocidental', desempenhou um papel crucial nesse desenvolvimento da ligação entre a água e o surgimento de doenças, como disenterias e diarreias nos seres humanos. As observações de Hipócrates, sobre os padrões de propagação de doenças e sua associação com fatores ambientais, influenciaram o início da epidemiologia como um campo de estudo formal (Herzlich, 2004). Esse foi um dos primeiros passos para se compreender as dinâmicas de vivência das pessoas em cidades.

Os fundamentos estabelecidos pela epidemiologia antiga continuam a ser relevantes nos tempos atuais, especialmente ao considerar os desafios de saúde enfrentados pelas comunidades, e em especial para as que vivem distantes dos centros urbanos. Ainda hoje a população brasileira sofre devido à falta de infraestrutura básica, incluindo sistemas de água, esgoto e coleta de resíduos (IBGE, 2020). E a ausência desses serviços essenciais, cria condições propícias

para o surgimento e a propagação de doenças, representando um desafio persistente para a saúde pública. Mas para as comunidades e povos tradicionais do Brasil esse valor é notadamente maior.

No objeto do presente estudo, a comunidade quilombola de Buraquinhos, do Distrito de Serra das Araras, no município de Chapada Gaúcha, localizada no norte de Minas Gerais, retrata bem essa realidade. Pois no cenário agrícola de subsistência, tem-se evidenciado a necessidade de se adequar a qualidade das águas residuárias das atividades de cultivo e sanitárias, que frequentemente contêm contaminantes de natureza orgânica, química e biológica.

Nesse contexto, surge a necessidade de explorar tecnologias alternativas para o tratamento adequado de águas residuais, visando diversos usos para fins não potáveis, como na agricultura e atividades domésticas. Adotando uma abordagem sistêmica, na qual a ênfase recai sobre soluções "sustentáveis" que estabelecem conexões sinérgicas entre os elementos presentes e implementam um manejo inteligente dos recursos disponíveis. Promovendo assim, uma maximização de eficiência e minimização de impacto ambiental, contribuindo para a promoção de soluções que integrem os componentes envolvidos no tratamento de águas residuais, e considerem suas interações e interdependências.

1.1. Relevância do tema e justificativa

O Brasil, enquanto signatário da Constituição da Organização Mundial de Saúde (OMS/WHO, 1946)¹, deve observar os preceitos relativos à saúde,

A saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade. Gozar do melhor estado de saúde que é possível atingir constitui um dos direitos fundamentais de todo o ser humano, sem distinção de raça, de religião, de credo político, de condição econômica ou social. A saúde de todos os povos é essencial para conseguir a paz e a segurança e depende da mais estreita cooperação dos indivíduos e dos Estados. [...]. Os Governos têm responsabilidade pela saúde dos seus povos, a qual só pode ser assumida pelo estabelecimento de medidas sanitárias e sociais adequadas. (OMS/WHO, 1946).

O território nacional conta com uma diversa heterogeneidade de povos (Verges, 2019) e comunidades tradicionais com especificidades locais. A segunda categoria, além do amparo da Lei Maior brasileira, também é contemplado pela Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais², que tem como um dos seus objetivos garantir a esses povos o “acesso aos serviços de saúde de qualidade e adequados às suas características socioculturais” (Brasil, 2007). Logo, pode-se afirmar que o acesso ao serviço de abastecimento de água e do esgotamento sanitário é essencial para todos, e como visto, a ausência deste favorece o agravamento de enfermidades e afeta a qualidade de vida de toda uma população.

Assim, um fator importante para a promoção desses preceitos, reside sobre o conceito de saneamento básico. Este pode ser definido como “conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica” (Instituto Trata Brasil, 2012). No entanto, o cenário para assegurar o acesso a esses serviços está longe do ideal, uma vez que 38,6% dos esgotos produzidos no Brasil não são coletados nem tratados (ANA, 2017).

Por outro lado, embora o acesso a serviços essenciais de saneamento ainda seja um desafio persistente no Brasil, é fundamental reconhecer que a questão da água vai além das fronteiras nacionais. Globalmente, a escassez de água potável é uma realidade preocupante. Estima-se que, de 97% do recurso

¹ NEPP-DH - Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO) (ufrj.br) Constitution of the World Health Organization (who.int)

² Decreto nº 6.040/2007, Art. 3

hídrico mundial, menos de 3% possa ser potável, sendo que 71% da água doce disponível está composta em forma de gelo nas calotas polares e os outros 29% restantes, estão distribuídos de corpos d'águas subterrâneas (18%), rios e lagos (7%) e umidade do ar (4%). A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequada para satisfazer as necessidades humanas, produzir alimentos e outros bens está se tornando cada vez mais limitada, devido à interdependência entre os fatores que alcançaram a sustentabilidade ambiental das regiões onde se encontram mananciais (EMBRAPA, 2014).

Das águas que fluem pelos rios em todo o mundo, estima-se que 12% dessa disponibilidade de água doce esteja no Brasil (Moura, 2016). Devido à sua dimensão territorial, variabilidade climática e relevo, bem como à distribuição da população em diferentes regiões, o país apresenta uma variedade de situações e experiências, no que diz respeito ao uso e à gestão dos recursos hídricos. Enquanto a bacia Amazônica concentra aproximadamente 80% das águas que escoam pelo país, outras regiões como o Nordeste, possuem menos de 3% desses recursos hídricos (ANA, 2024).

Em exemplo temos a região Norte, que é caracterizada por sua baixa densidade demográfica e menor demanda pelo uso de água, e contrasta com o Semiárido, onde há períodos críticos de estiagem prolongada, e o Sudeste, onde a média populacional atinge 91,8 pessoas por quilômetro quadrado (IBGE, 2023; ANA, 2024).

Essa disparidade na distribuição de água coloca desafios de gerenciamento tanto para regiões com abundância, quanto para regiões com escassez. O Semiárido Brasileiro é uma região caracterizada por sua vulnerabilidade, devido à baixa disponibilidade de água para usos múltiplos. A irregularidade das chuvas é um aspecto preocupante, com períodos de monções torrenciais, que ocorrem ocasionalmente e em curtos intervalos de tempo, resultando em cheias repentinas que reavivam corpos d'água intermitentes (ANA, 2024).

Além disso, juntamente das altas taxas de evapotranspiração na região, esses fatores combinados contribuem para o constante risco de escassez hídrica nessas áreas (INSA, 2011). Já nas Regiões Sul e Centro-Oeste, há elevada disponibilidade de água, porém, a demanda para atividades de irrigação é significativa, considerando que o país é uma das principais potências agrícolas

globais, e esse setor intensivo ocupa extensas áreas territoriais, atuando como um dos principais consumidores de recursos hídricos atualmente (EMBRAPA, 2014).

Por outro lado, há poucos municípios estruturados quanto ao saneamento, sendo que a maioria do país enfrenta deficiências na prestação desse serviço (Trata Brasil, 2021). O lançamento de esgoto in natura contribui para a degradação da qualidade da água, proliferação de vetores, aumento das doenças de veiculação hídrica, eutrofização, além de dificultar o tratamento da água destinada ao abastecimento humano. Essa situação requer atenção redobrada no caso de PCTs.

A Chapada Gaúcha abriga diversas comunidades quilombolas e apenas 19,8% dos habitantes possuem acesso a sistemas adequados de esgotamento sanitário, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Esse cenário reflete parte da realidade nacional, evidenciando a carência alarmante de infraestrutura sanitária.

Ademais, essas comunidades encontram-se afastadas de centros urbanos e de infraestruturas sanitárias mais robustas. Portanto, torna-se imprescindível buscar soluções alternativas para o tratamento do esgoto nessas áreas, especialmente considerando que os povos e comunidades tradicionais ao longo da história, foram marginalizados e privados de seus direitos fundamentais, encontrando-se em uma condição de vulnerabilidade hídrica e sanitária atualmente.

A Agenda 2030 estabelece diretrizes para o desenvolvimento de ações pautadas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais representam um apelo global à ação para erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, além de garantir a paz e a prosperidade para todas as pessoas, em todos os lugares.

Nesse contexto, o presente trabalho pretende contribuir, ainda que em escala reduzida, para o alcance do Objetivo 6 – “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos” - na comunidade de Buraquinhos (IBGE, SEAS, 2023). Onde os dados da ANA (2013) revelam a inexistência de qualquer modelo de disposição de tratamento, esse cenário permanece até os dias atuais, expresso nos relatórios da Fiocruz (PSAT/GEREB) e Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG). Porém, constam

previsões da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para implementar uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), no município de Chapada Gaúcha até 2035.

É importante ressaltar que o município não possui Conselho Municipal de Saneamento e fundo municipal de saneamento, e ao que consta o órgão responsável pelo serviço de esgotamento não enviou informações para o diagnóstico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) 2021, o que enfatiza ainda mais a ausência de estruturas essenciais para o planejamento e gestão efetiva do saneamento básico da região (IAS, 2020).

Isso posto, pode-se afirmar que o acesso ao serviço de abastecimento de água e do esgotamento sanitário para os povos e comunidades tradicionais é de extrema importância, uma vez que a ausência deste favorece o agravamento de enfermidades e afeta a qualidade de vida das populações. Cabe destacar que: “A saúde é um direito fundamental do ser humano, devendo o Estado prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício” (Brasil, 1990), sendo o saneamento básico (dentre outros) determinante e condicionante para alcançar a saúde plena³ (Brasil, 1990).

Os povos e comunidades tradicionais no Brasil - muitas vezes localizadas em áreas remotas - sofrem constantemente com a falta de priorização adequada por parte das autoridades competentes, talvez pelo difícil acesso dada a infraestrutura precária do trajeto e pela falta de investimento público, dificultando a implantação e manutenção de sistemas dos abastecimentos de água e esgoto convencionais.

A disponibilidade de água em quantidade suficiente e qualidade adequada para satisfazer as necessidades humanas, como produção de alimentos - consumo direto e higiene - é cada vez mais limitada. Os mananciais e áreas de recarga de aquíferos sofrem constantemente com a degradação ambiental que é acentuada pela falta de políticas que visem a gestão hídrica.

Nesse sentido, faltam estudos acadêmicos mais aprofundados sobre o caso da comunidade quilombola de Buraquinhos, aqui escolhida como estudo de caso, que poderá ensejar desdobramentos futuros e aprendizados para outras comunidades em situações análogas no país.

³ Artigos 2 e 3 da Lei nº 8.080, 1990, disponível em: L8080 (planalto.gov.br). Acesso em 28/11/2023

1.2. Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é averiguar e discutir sobre o uso da água e o acesso ao saneamento básico - abastecimento de água e esgotamento sanitário - da comunidade quilombola rural de Buraquinhos – Chapada Gaúcha, Minas Gerais (MG), visando identificar as fragilidades existentes e recomendar sistemas alternativos de tratamento de esgoto (SATs) por meio da literatura e visita técnica.

São objetivos específicos:

- Levantar o estado da arte sobre o aparato legal que legitimam os direitos das comunidades tradicionais, assim como das legislações estaduais e municipais que instituem sobre o reuso de águas no Brasil.
- Discutir os dados sobre o uso da água e acesso as tecnologias de saneamento.
- Identificar sistemas alternativos existentes que tenham potencial para mitigar o déficit hídrico da comunidade de Buraquinhos-MG e situações análogas.
- Analisar a compatibilidade das especificidades locais com sistemas alternativos para tratamento de esgoto sanitário.
- Fazer recomendações dos sistemas apontados como adequados para atender as necessidades da comunidade de Buraquinhos, evidenciando o caso para o poder público.

Considerando-se os componentes do saneamento básico, com foco específico no esgotamento sanitário, juntamente com a realidade territorial e cultural local, questiona-se: a implementação de sistemas de alternativos tratamentos de efluentes pode contribuir para a construção de um território saudável e sustentável para a comunidade quilombola de Buraquinhos e situações semelhante?

Por meio dessa indagação, busca-se investigar as questões relacionadas à saúde, meio ambiente e qualidade de vida, que envolve a condição que a comunidade tem de exercer seus direitos, visando ampliar o acesso das famílias

de Buraquinhos as tecnologias alternativas para o tratamento dos efluentes domésticos da comunidade.

1.3. Estrutura da monografia

Feita esta breve introdução dos trabalhos, incluindo objetivos, importância e justificativa e questões de pesquisa, os próximos capítulos estão estruturados em: Metodologia, que descreve como a pesquisa foi realizada; Revisão da Literatura, composta de um referencial teórico sobre os tópicos e conceitos principais abordados no trabalho; Análises e Discussões Finais, apresentados conjuntamente; e, por fim, a Conclusão, incluindo recomendações de trabalhos para o futuro, seguidas das referências utilizadas no documento.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo de caso foi conduzida em etapas bem definidas. Há motivações e o intuito para propor um SAT de efluente doméstico, que preencha as demandas e lacunas do acesso pleno ao saneamento básico rural, de Buraquinhos-MG e situações semelhantes. Como fruto do trabalho, originou-se um *ranking* da classificação de tecnologias alternativas não excludentes, considerando os critérios abordados pela comunidade.

É válido ressaltar que o trabalho se baseia em dados secundários para discussão sobre a percepção da comunidade de Buraquinhos-MG sobre o uso da água, registrado no âmbito do curso dos Agentes Populares de Saúde no Grande Sertão Veredas, ministrado pela equipe Fiocruz em parceria com o Instituto Rosáceas, entre os anos de 2022 e 2023. A autora Amanda Martins teve a oportunidade de participar das saídas de campo ao território, enquanto estagiária do Programa de Promoção da Saúde, Ambiente e Trabalho (PSAT) Fiocruz Brasília, no projeto Território Saudável e Sustentável no Semiárido Brasileiro, da Gerência Regional de Brasília (GEREB), agregando conhecimento sobre o modo de viver da comunidade.

Os dados de eficiência da tecnologia do ReAqua, sistema alternativo de tratamento de efluente, foram utilizados pelas autoras como materiais secundários, coletados pela EMBRAPA. A atuação da autora Joana Ferreira no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPq) na unidade Embrapa Hortaliças abriu as portas para uma nova visão sobre o saneamento. O projeto que Ferreira participou é denominado “Qualidade de um Cambissolo Háplico e de hortaliças irrigadas, com água residuária oriunda de tratamento de esgotos domésticos, em sistema de pós-tratamento com filtração sequencial + desinfecção e ultrafiltros, com membrana de fibra de sisal”.

É importante evidenciar que aqui se expressam as visões das autoras sobre o tema, não representando o posicionamento de nenhuma dessas instituições.

Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica e documental. Este levantamento teve como fontes de informações as bases de dados acadêmicos, artigos científicos, livros, relatórios técnicos e sites de pesquisa especializados, como Google Scholar, PubMed, Scopus, Web of Science e Capes. Além de

plataformas de pesquisa de organizações especializadas, a exemplo da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), organizações como a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). Foram utilizadas também as plataformas online de organizações governamentais nacionais e internacionais, como a Organização das Nações Unidas (WHO/ONU), os Serviços e Informações do Brasil (gov.br) e o Sistema Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de Recuperação Automática (SIDRA/IBGE).

Cabe destacar, de antemão, os principais tópicos que embasaram o estudo, são apresentados na seguinte ordem:

(1) Breve contexto histórico da agenda da sustentabilidade, pesquisando por palavras chaves como “sustentabilidade”, “desenvolvimento sustentável” e “agenda de sustentabilidade”.

(2) Territórios tradicionais, voltando-se para comunidades quilombolas e sua luta por direitos. A busca por trabalhos relacionados teve como base a indicação por parte do corpo docente e de pesquisadores que orientaram e auxiliaram as autoras às leituras de obras como “Território, territórios” de Milton Santos, 2007, e autores como Diosmar Santana Filho, além da legislação pertinente.

(3) Descrição do saneamento básico, rural e ambiental, utilizando como base os documentos dos: Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), SIDRA/IBGE e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

(4) Caracterização ambiental e histórico-demográfica da área de estudo, contendo informações da base de dados e obras bibliográficas do IBGE, para percorrer sobre o Município de Chapada Gaúcha, Estado de Minas Gerais. Para obtenção de informações do Distrito de Serra das Araras e da comunidade de Buraquinhos utilizou-se principalmente dados da Fundação Pró-Natureza (FUNATURA) e da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Buscando caracterizar o território quanto à sua inserção no semiárido brasileiro e identificar as bacias geográficas que perpassam no local, utilizou-se

o “Relatório técnico: Análise de agrotóxicos em amostras de águas do Município da Chapada Gaúcha – MG”, de Rhaul Oliveira, 2022, o os Planos de Manejo do Parque Estadual Serra das Araras (PESA, 2005) e Parque Nacional Grande Sertão Veredas (PNGSV, 2003).

(5) Explicação conceitual de Território Saudável e Sustentável, uma iniciativa Fiocruz. Essa sessão foi escrita com base em documentos encontrados nos sites da Fiocruz Brasília (2018) e da Escola de Governo Fiocruz (s.d.). São utilizados dados coletados pelos alunos em atividade entre os módulos 2 e 4 do curso Agentes Populares em Saúde no Grande Sertão Veredas como registros sobre a percepção da comunidade de Buraquinhos sobre o uso de água potável. A atividade coordenada pela equipe PSAT/Fiocruz (GEREB/Fiocruz, 2020), refere-se ao processo do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) nº 25027.000232/2020-42 e ao SEI/FIOCRUZ – 2856529 (SEI/Fiocruz, 2023).

A sistematização das informações foi realizada com a colaboração do Dr. Jorge Machado Huet, doutor em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz e com pós-doutorado em Saúde Coletiva, com ênfase em Vigilância em Saúde de base territorial, integrada e participativa, atuando principalmente nas abordagens territoriais de promoção da saúde, ambiente e trabalho. Sua experiência proporcionou às autoras trocas de conhecimentos valiosas.

(6) É feita síntese da problemática hídrica e sanitária no Brasil, abordando o panorama do consumo de água do país. Utiliza-se como fontes de dados do Instituto Trata Brasil; Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) além do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, da ANA.

(7) Apresentação dos sistemas de tratamento de esgoto. São descritas as tecnologias disponíveis, com os parâmetros de eficiência, impacto ambiental e custos. A pesquisa inclui uma breve revisão sistemática da literatura (simplificada) sobre os sistemas existentes, buscando por palavras chaves como "eficiência de sistemas de tratamento de efluentes", "reuso de água", "reuso de efluentes", "saneamento ambiental em áreas remotas", "saneamento básico rural", "sistemas alternativos de tratamento", "tecnologias emergentes e sociais", "tratamento de esgoto doméstico".

O trabalho teve como base principal para a seleção os sistemas um livro escrito por pesquisadores (Tonetti *et al.*, 2018) da Universidade Estadual de Campinas, SP (Unicamp) “Tratamento de esgotos domésticos em comunidades

isoladas - referencial para a escolha de soluções”, publicado em 2018 pela biblioteca da universidade.

O foco esteve voltado aos sistemas alternativos eficazes para o tratamento de efluentes domiciliares passíveis de reutilização, considerando o panorama atual das informações disponíveis. O recorte das informações está voltado para os SATs os quais envolvessem a água de reuso em atividades domésticas e, quando possível, em situações de uso restrito de água.

(8) Tecnologias sociais, apresentando conceitualmente o Sistema do ReAqua (Embrapa Hortaliças) e o Salta-Z como possíveis soluções alternativas para tratamento de efluentes e a distribuição da água, respectivamente. Esta etapa é guiada pelos conhecimentos que a autora Joana Ferreira acumula no seu tempo de experiência trabalhando como estagiária da Embrapa Hortaliças.

Para identificar os potenciais sistemas alternativos para o tratamento de efluentes e discutir os dados sobre o uso da água e acesso às tecnologias sociais, inspirou-se nas obras de Von Sperling (2014), Chernicharo et al. (2001), Metcalf e Eddy (2016), PNUA (2003), Figueiredo (2019) e EPA (2003).

Os trabalhos escolhidos como referências contêm os critérios considerados fatores importantes expressos pela comunidade tais como, a capacidade de atendimento do sistema, gastos de recursos humanos e econômicos necessários para a manutenção e operação contínua dos sistemas. A análise crítica dos estudos sobre os SATs envolveu a avaliação da metodologia, resultados e conclusões dos trabalhos encontrados, buscando identificar a contribuição na eficiência de remoção de contaminantes, vantagens e limitações, a exemplo da água ser apropriada para reuso.

(9) Quanto a água de efluente tratada para reuso, levantou-se o estado da arte para os marcos que instituem as legislações estaduais e municipais sobre o reuso de águas no Brasil apresentando uma tabela para melhor visualização do arco temporal desde a norma ABNT nº 13.969/97 de 1997 até a Lei nº 7.599/2017 do Rio de Janeiro. Como bases de dados e informações utiliza-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO), decretos, leis, entre outras fontes já citadas anteriormente.

Estes nove tópicos dão origem ao referencial teórico da pesquisa, intitulado de “Saneamento, Territórios Tradicionais e Tecnologias Alternativas”. O trabalho pretende contribuir na perspectiva da implementação de sistemas e

tecnologias alternativas, empoderando comunidades tradicionais em sua jornada para a autonomia e emancipação política.

O Quadro 1 indica as fases até alcançar a implementação de um sistema, dividido em apresentação, análise situacional da comunidade e análise dos sistemas.

Quadro 1: Ações e ferramentas de cada uma das três fases do diagnóstico rural participativo para a comunidade de Buraquinhos.

	Apresentação	Análise Situacional	Análise dos Sistemas
Objetivos	Conhecer a comunidade e a realidade da questão do saneamento / levantamento de dados.	Aferir o tratamento e coleta de esgoto; das águas da chuva; dos corpos d'água; e a distribuição da água.	Aplicar novas práticas para o saneamento rural e descentralizado e um sistema alternativo para reuso de água tratada.
Ações	Compreender o território a partir dos mapas e diagnóstico elaborado pela Fiocruz durante o curso de formação APS GSV.	Direcionar modelos de tecnologias sociais às atividades domésticas. Aplicação de um sistema alternativo para reuso de água tratada.	Organização dos resultados em uma tabela e dos critérios da comunidade para discussão e conclusão.
Ferramentas	Conversas (escuta); leitura didática do material produzido pela Fiocruz; e mapas.	Diagnóstico social, ambiental e sanitário.	Programa de Acesso a recursos de saneamento.

Fonte: Inspirado em Figueiredo (2019), elaborado pelas autoras.

Os alunos do Núcleo Aprimorado de Estudos (NAE) de Buraquinhos realizaram a tarefa de coletar informações sobre as principais necessidades da comunidade. O grupo partilhou com a turma, indicando o que eles enxergam como possíveis soluções, como mobilizar a comunidade e com quem pretendem seguir essa jornada. A escuta durante a participação da autora Amanda Martins no curso auxiliou na definição de critérios essenciais considerados pela comunidade, para a escolha de tecnologias sociais adaptadas às necessidades e características locais.

Esses critérios presentes na fala das comunidades foram utilizados para a construção de um *ranking* da classificação de tecnologias alternativas. Para isso foram distribuídos pontos para a seleção de sistemas alternativos viáveis para a comunidade de Buraquinhos. As autoras definiram o máximo de 110 pontos para dividir entre os critérios, atribuindo um peso maior para aqueles

considerados mais importantes para a comunidade. Na análise e discussão final evidenciam-se com tabelas e quadros os critérios utilizados e a pontuação de cada.

As autoras acrescentaram ao quadro presente no guia “Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas” a tecnologia do ReAqua, sintetizando as principais características das tecnologias descentralizadas para o tratamento de esgoto para a recomendação do SAT para a comunidade quilombola de Buraquinhos-MG e situações semelhantes. Em seguida foi elaborada a tabela do *ranking* das tecnologias indicadas (linha) e critérios (coluna), ordenados pela soma das pontuações do cumprimento dos critérios. As tecnologias foram ordenadas de forma crescente de pontuação, ou seja, do sistema mais recomendado para a zona neutra.

Por fim, são sugeridas recomendações específicas para sistemas alternativos de tratamento, de forma a evidenciar o caso para o poder público, considerando as particularidades da comunidade e as fragilidades identificadas. Essa abordagem permitirá uma compreensão aprofundada da situação e contribuirá para soluções sustentáveis e eficazes.

O próximo capítulo e suas seções a seguir abordam o referencial teórico sobre Saneamento, Territórios Tradicionais e Tecnologias Alternativas, e a análise e discussões finais, as conclusões e recomendações obtidas a partir desta metodologia. Contendo uma avaliação detalhada das orientações técnicas, sociais e econômicas, além dos critérios para a seleção de sistemas de tratamento de esgoto adequados para a realidade de comunidades tradicionais, que incluam a participação ativa dos povos originários no processo de tomada de decisão.

3. SANEAMENTO, TERRITÓRIOS TRADICIONAIS E TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS

3.1. Breve contexto histórico da agenda da sustentabilidade

A história recente do conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável inicia-se na década de 70, ganhando visibilidade no âmbito internacional com o Clube de Roma, contando com 75 membros de 25 países. A organização encomendou a pesquisadores do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), o relatório “Os Limites do Crescimento” (*The Limits to Growth*) (Boff, 2017). O Clube era um espaço para debates de temas como a problemática ambiental e o desenvolvimento sustentável, sobre a óptica industrial dominante. Alertando sobre uma possível exaustão dos recursos naturais dentro de 100 anos, questionando se seria possível alterar essa tendência (Oliveira, 2012).

A Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, chamou a atenção para a temática ecológica, no ano de 1972 em Estocolmo, incentivando a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (BOFF, 2017). Já em 1984 nasce a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), dando origem ao Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987 (CMMAD 1991).

O conceito de desenvolvimento sustentável, pensado pela CMMAD e presente no Relatório Brundtland, é definido nas esferas sociais, econômicas e ambientais como um desenvolvimento que “atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” e tem como objetivo principal “satisfazer as necessidades e as aspirações humanas” (CMMAD, 1991, p. 46).

Em 1992, as Nações Unidas, que têm representação fixa no Brasil desde 1947 (ONU, 2010), convocaram a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu no Rio de Janeiro e ficou conhecida como Cúpula da Terra, Rio 92 ou Eco 92. A Cúpula foi responsável pela produção da “Agenda 21: Programa de Ação Global”, dando origem a “Carta do Rio de Janeiro”, que tem como princípio e requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável a cooperação dos Estados e indivíduos “na tarefa essencial de erradicar a pobreza, de forma a reduzir as disparidades nos padrões

de vida e melhor atender as necessidades da maioria da população do mundo” (IPHAN, 1992).

No ano de 2000 os líderes de 189 países se reuniram para aprovar a Declaração do Milênio, estabelecendo oito metas a serem atingidas até 2015, conhecidas como Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (ONU, 2010). Essas metas refletiam as discussões abordadas na Cúpula da Terra.

Duas décadas depois da Eco 92, ocorreu no Rio de Janeiro, em 2012, a Conferência Rio+20, promovida pela ONU, propôs a avaliar “os principais avanços e os desafios remanescentes para alcançar um desenvolvimento mais sustentável e inclusivo na América Latina e no Caribe, tendo em vista os compromissos globais assumidos na Cúpula da Terra em 1992” (ONU, 2012). Um dos eixos centrais da discussão tratava as “lacunas para o desenvolvimento sustentável com o objetivo de orientar políticas públicas” (ONU, 2012).

Durante a Rio+20, “os países-membros concordaram [...] em buscar a definição de uma agenda pós-2015, estabelecendo um processo intergovernamental aberto a todos os interessados para formular novas metas globais de desenvolvimento” (SESI, 2021). Essa trajetória deu origem em 2015 à Agenda 2030, contendo os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), durante a “70ª Assembleia Geral das Nações Unidas, sendo o Brasil um dos 193 países signatários” (SESI, 2021), dando continuidade aos ODM, mas agora com metas até 2030.

Os ODS são o fundamento da Agenda 2030, resultado de um processo global coordenado pela ONU como um plano de ação universal. Os ODS são compostos por “17 objetivos e 169 metas de ação global para alcance até 2030, [...] abrangendo as dimensões ambiental, econômica e social do desenvolvimento sustentável” (IBGE, SEAS, 2023).

O presente trabalho esteve voltado para o ODS 6, “Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos”, mais especificamente, nas metas dos objetivos 6.2 - alcançar o acesso adequado ao saneamento e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para aqueles em situação de vulnerabilidade - e 6.3 - melhorar a qualidade da água, reduzir a poluição e a contaminação por produtos químicos, “reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas” - de acordo com o objetivo 6.b,

que visa apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento (IBGE, SEAS, 2023).

Para desenvolver essa discussão, torna-se imperativo (re)pensar a forma de territorialização que permeiam nosso cotidiano, a fim de aprimorar a compreensão sobre como a sustentabilidade pode efetivamente moldar as práticas locais. Essa reflexão visa dissipar o estigma que frequentemente envolve a ideia de sustentabilidade no contexto do tratamento de água e saneamento, transformando-a de uma abstração distante em uma realidade viável para a comunidade.

Para atingir esse objetivo, é essencial direcionar uma discussão para as tecnologias descentralizadas de tratamento de esgoto. Essas inovações não apenas oferecem soluções práticas, mas também representam uma estratégia tangível para empoderar as comunidades na gestão sustentável de seus recursos hídricos (Massoud; Tarhini; Nasr, 2009).

Além disso, a implementação de métodos sociais participativos surge como um elemento chave, orientando a seleção de sistemas alternativos de tratamento de efluentes domésticos de maneira inclusiva e eficiente. Essa abordagem integrada não só amplia a facilidade da comunidade em relação às práticas sustentáveis, mas também estabelece uma base para uma gestão eficaz e coletiva dos recursos hídricos, impulsionando a autonomia e o bem-estar local.

3.2. Territórios tradicionais

No livro “Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial”, o geógrafo brasileiro Milton Santos (1926-2001) sugere o termo “território usado”, representando “o chão mais a identidade”, este último sendo “o sentimento de pertencer àquilo que nos pertence” (Santos *et al.*, 2007, p. 14). O território é tanto o fundamento do trabalho como o “lugar da residência, das trocas materiais e espirituais e do exercício da vida”, sendo assim, ele constrói a nação, que por sua vez, afeiçoa o território (Santos *et al.*, 2007, p. 14).

Vislumbrando o território nesse sentido, Becker (2007), trata o reconhecimento do território como de extrema importância para “estabelecer diferentes prioridades políticas”, pois “a geografia política problematiza a dinâmica territorial [...] reconhecendo que é pelo território que se efetiva a ação política, a qual incide retroativamente sobre ele” (Santos *et al.*, 2007, p. 35).

Haesbaert (2007) apresenta as concepções de território, destacando-se a concepção do “o binômio materialismo e idealismo”, que se desdobram na perspectiva do (a) “vínculo sociedade natureza” e (b) nas “dimensões sociais privilegiadas (economia, política e/ou cultural)” (Santos *et al.*, 2007, p. 45).

Este trabalho aborda o tema água e territórios quilombolas no sentido da superação da dicotomia material/ideal. Defende as noções territoriais na “dimensão espacial concreta das relações sociais como o conjunto de representações sobre o espaço ou o imaginário geográfico que move essas relações” (Santos *et al.*, 2007, p. 46).

A realidade retrata predominantemente o materialismo agressivo com as comunidades de resistência, que enxerga o território e a natureza apenas como espaço provedor de recurso. Frente à opressão causada pelo capital global com os povos tradicionais, é de extrema importância a efetivação da garantia de seus direitos fundamentais, de forma a possibilitar o desenvolvimento dos territórios para esses povos, pois a existência de conflitos frequentes que surgem das relações sociais e territoriais, materializam-se na disputa de interesse geográficos, pela terra e seus recursos (Castro, 2011).

Sendo assim, as diferenças étnicas-raciais precisam ser vistas como conceito geográfico, relacionadas com o uso e a ocupação de espaços (Santana Filho *et al.*, 2012) para a efetivação dos direitos das comunidades tradicionais.

3.2.1. Comunidade quilombola e sua luta por direitos

Comunidades quilombolas e sua relação com o espaço marcam a história brasileira por suas lutas por direitos e pela busca de dignidade. A mobilização constante dos povos quilombolas para terem seus territórios reconhecidos tem como base a questão agrária, englobando demandas como “educação, saneamento, saúde, cultura, seguridade social, respeito, etc.” (Avelino *et al.*, 2021, p. 4).

A demografia da população negra na sociedade brasileira deve ser compreendida também pelas relações sociais que ao longo de sua evolução histórica (re)produziram espaços, que são reflexo das desigualdades, contradições e apropriações que as sociedades fizeram, e ainda fazem, dos recursos da natureza (Santana Filho *et al.*, 2012, p. 4).

Segundo Santana Filho, “os estudos geográficos apontam para a diferença de relações sociais, econômicas e políticas do Estado Nacional com os territórios historicamente ocupados pelas comunidades quilombolas” (Santana Filho *et al.*, 2012, p. 2). Como reflexo, o reconhecimento legal de comunidades quilombolas no Brasil se deu somente mediante a publicação da Constituição de 1988.

O artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT), estabeleceu o reconhecimento legal das comunidades quilombolas e o direito definitivo de uso e ocupação das terras já habitadas pelos remanescentes dos quilombos, exigindo assim que o Estado emitisse os respectivos títulos (Brasil, 1988).

O Decreto n. 4.887, promulgado em 20 de novembro de 2003, estabelece as diretrizes para a identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas pelos remanescentes das comunidades quilombolas. Além de caracterizá-los como grupos étnico-raciais que se autodefinem com base em critérios próprios, possuindo uma trajetória histórica singular e relações territoriais específicas. O decreto identifica essas comunidades com ancestralidade negra, resultante de sua resistência à opressão histórica sofrida (Brasil, 2003).

Foi uma conquista a ressignificação do termo “comunidades remanescentes” para o termo “comunidade quilombola”, observado por Avelino *et al.* (2021) como:

[...] comunidades quilombolas como grupos autônomos e que possuem características sociais próprias com existência e reprodução fortemente ligada à terra. Trata-se de grupos marcadamente relacionados à resistência, que pleiteiam o reconhecimento e sobretudo a efetivação de seus direitos. (Avelino *et al.*, 2021, p. 6)

A ausência da titulação da terra gera insegurança jurídica para essas comunidades tradicionais, expondo-as a possíveis reivindicações externas de posse, alienação indevida e penhora. A falta de posse definitiva também impede que os quilombos tenham pleno acesso às políticas públicas, privando-os de benefícios e oportunidades oferecidos por essas políticas (Little, 2002).

No caso da comunidade quilombola de Buraquinhos, a qual discorrer-se-á ao longo do trabalho, já é reconhecida como comunidade quilombola pelo

Ministério do Desenvolvimento⁴, constando no cadastro único como comunidade quilombola pertencente ao município de Chapada Gaúcha, indicado pelo código IBGE 3116159. Os dados do IBGE⁵ de 2019 apontam para a inserção da comunidade no município vizinho, Januária-MG e não apresenta código da localidade.

Mesmo que já titulada, comunidades tradicionais enfrentam diversos desafios, como a falta de acesso a serviços básicos, a exemplo de água potável e saneamento básico, além da falta de políticas públicas específicas para atenderem às suas necessidades. A falta de garantia desses direitos é um problema recorrente, caracterizado por violências cotidianas por situações de descaso públicos e/ou privados, com comunidades quilombolas (Santana Filho *et al.*, 2012).

Um exemplo desse descaso é a inconsistência dos dados de identificação da comunidade. Atualmente, Buraquinhos segue apenas com a certificação emitida pela Fundação Cultural Palmares, sem que seu território tradicional tenha sido demarcado pelo órgão Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

A situação fundiária do PESA apresenta uma divergência das informações governamentais encontradas. A terra de posseiros que se encontravam na área do PESA deveriam ser objeto de desapropriação, através do mecanismo de créditos de reposição florestal, porém, as áreas foram demarcadas e permaneceram sob a posse dos mesmos (FUNATURA, 2005). O Decreto de Criação do Parque define que a área destinada é de aproximadamente 11.136 ha, já o Memorial não declara as áreas dos posseiros, envolvendo-as no interior da unidade (12.239 ha), podendo ser um equívoco, uma falha do documento, uma vez que, legalmente, as áreas dos posseiros encontram-se dentro dos limites do Parque (FUNATURA, 2005).

Na luta pelos territórios e pelo direito de acesso aos recursos naturais, situado no cenário das diferenças locais, Acselrad (2012) discorre sobre a reivindicação de territórios pelos povos afro-latinos e indígenas, onde:

⁴ Disponível em levantamento-de-comunidades-quilombolas.pdf (mds.gov.br). Acesso em 27/11/2023.

⁵ Disponível em Cadastro de Localidades Quilombolas em 2019 (ibge.gov.br). Acesso em 27/11/2023

A maior parte destes territórios [...] encontra-se nas regiões onde se localizam as principais reservas de biodiversidade restante no planeta [...], o que explica sua inserção crescente no processo de ambientalização de discursos relativos às práticas e aos atores sociais aí localizados (Acsehrad, 2012, p. 13).

O distrito de Serra das Araras é um exemplo vivo dessa situação: conta com diversas comunidades quilombolas inseridas no Mosaico Sertão Veredas Peruaçu. Buraquinhos se encontra nas proximidades das duas importantes Unidades de Conservação (UC), o Parque Nacional Grande Sertão Veredas (PNGSV) localizado no município de Januária e o Parque Estadual Serra das Araras (PESA), localizado no município de Chapada Gaúcha.

Entrando no debate das relações entre recursos naturais e poder econômico, precisa-se reconhecer que a geografia das atividades econômicas amplia relações de desigualdade no acesso e usufruto dos recursos naturais, refletindo nas diferenças de renda per capita, assim como no acesso aos seus direitos, com ênfases às condições de acesso à água e ao saneamento básico (Santana Filho *et al.*, 2012).

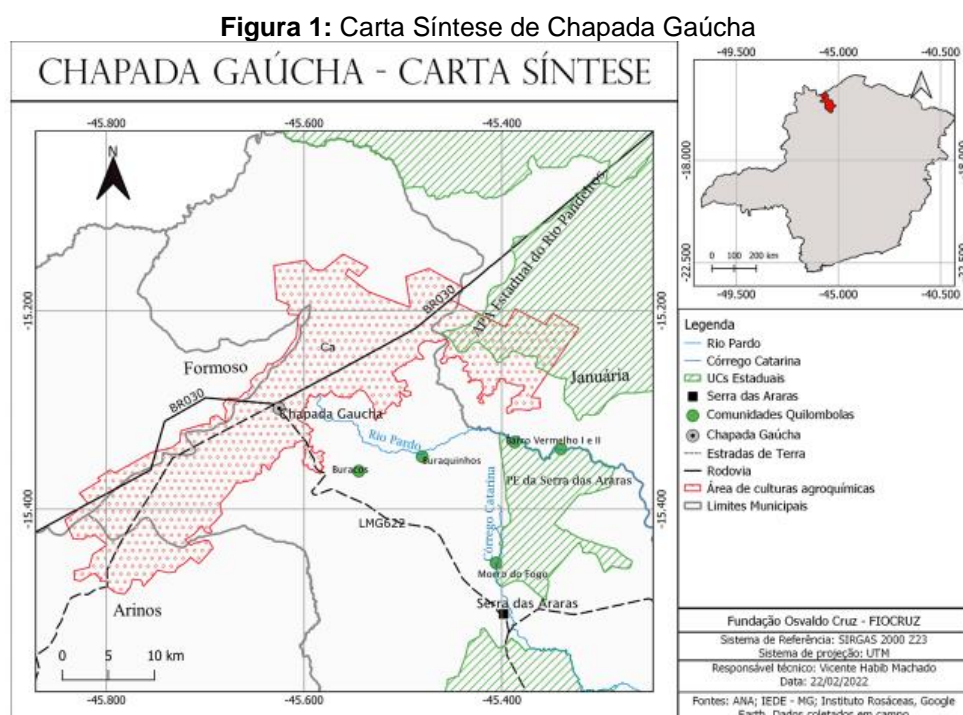
Santana Filho (2010, p. 16) afirma que a “ausência da ética ambiental na constituição de políticas” reflete em ações públicas que atuam de maneira desproporcional, caminhando para o cenário de conflitos e desigualdades onde não há o “desenvolvimento endógeno de territórios étnico, historicamente explorados e excluídos de direitos civis e humano” (Santana Filho, 2010, p. 7). A partir dessa discussão de conflitos e desigualdades, entramos em uma pauta importante: o racismo ambiental.

3.2.2. Racismo Ambiental

A categoria de racismo ambiental é definida por pesquisadores brasileiros como: a “estratificação de pessoas (por raça, etnia, status social e poder) e de lugar (nas cidades, bairros periféricos, áreas rurais, reservas indígenas, terreiros de candomblé, comunidades quilombolas [...])”. É perceptível a situação refletida no próprio ambiente de trabalho, apontando para a “exposição desproporcional e elevada de determinadas categorias de trabalhadores que se expõem às insalubres condições de trabalho e de segurança” (Rocha, Santana Filho, 2008, p. 35).

O racismo ambiental é representado pelo cenário onde as classes dominantes, nesse caso, fazendeiros, latifundiários, empresas de cosméticos, exercem proveito econômico sobre recursos naturais, como o buriti e a farinha de mandioca; enquanto as consequências socioambientais refletem intensamente nas comunidades marginalizadas, afetando direta e indiretamente o seu acesso a água e à realização de suas atividades diárias, como práticas agrícolas. Por conseguinte, essas comunidades ficam impossibilitadas de geração de renda dignas e de sua própria subsistência. e áreas de monoculturas agroquímicas.

Dentro do binômio do materialismo versus idealismo, identificam-se no território de Chapada Gaúcha, a disputa territorial entre os gaúchos que colonizaram o local e as comunidades tradicionais que ali já habitavam. A comunidade quilombola de Buraquinhos, inserida nos limites de uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral, o PESA, e áreas de culturas agroquímicas intensivas (FUNATURA, 2005), como mostra a carta síntese de Chapada Gaúcha (figura 1).



Fonte: Fiocruz Brasília, responsável técnico Vicente Machado, 2022.

O racismo ambiental está intrinsecamente relacionado à falta de justiça ambiental. Para melhor compreensão, tem-se o conceito de justiça ambiental

definido pela Rede Brasileira de Justiça Ambiental, em 2001, retirado do texto de Santana Filho *et al.*, (2012):

[...] os grupos sociais independentes de sua origem, raça/etnia, classe social e sexo devem participar igualmente e integralmente do processo de decisão sobre o acesso e uso aos recursos naturais, de forma a garantir proteção equânime em relação aos danos ambientais e à saúde que as atividades propostas para serem implementados nos seus territórios possam causar (Santana Filho *et al.*, 2012, p. 15).

Na prática, no Brasil, principalmente em regiões rurais, “os grandes latifundiários estão legitimando a iníqua apropriação de terras”, apropriando-se das águas e da biodiversidade. Assim, o cenário é de injustiças socioambientais e racismo ambiental, onde comunidades tradicionais sofrem desproporcionalmente os efeitos de decisões políticas de cima para baixo, com ênfase para “as mulheres negras de comunidades tradicionais e que geralmente representam [...] a liderança das comunidades e ao mesmo tempo são elas que utilizam dos bens naturais para o trabalho remunerado e o cuidado da sua família e da comunidade” (Santana Filho *et al.*, 2012, p. 14, 15).

3.3. Caracterização ambiental e histórico-demográfica

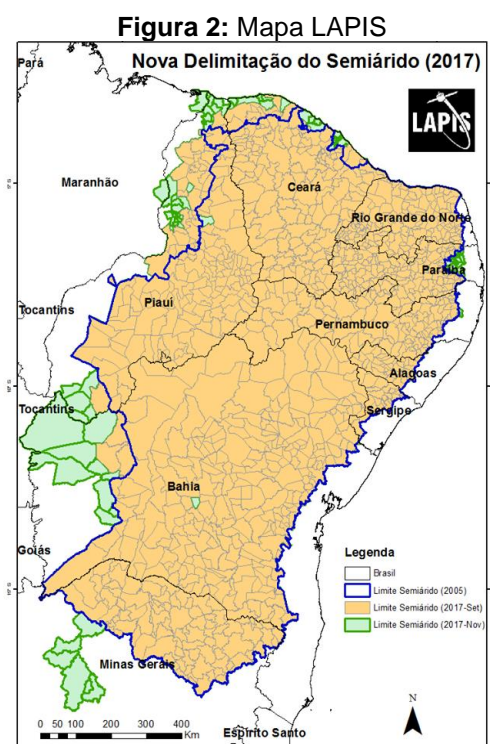
O Estado de Minas Gerais (MG), situado na região Sudeste do Brasil, destaca-se como o quarto maior estado em extensão territorial do país, abrangendo aproximadamente 586.522 km². Com uma população estimada em mais de 21 milhões de habitantes, conforme dados do IBGE (2021), o estado configura-se como o segundo mais populoso do país, combinando sua extensão territorial com uma expressiva dinâmica demográfica. É contemplado por alguns biomas, dentre eles, o Cerrado e o Semiárido brasileiro, este último ocupando cerca de 18% do território de MG (IBGE, 2021).

O Semiárido cobre cerca de 12% do território nacional, sendo predominante no Nordeste do país e no norte e nordeste mineiro (figura 2). É caracterizado por condições climáticas específicas e desafios associados à deficiência hídrica (INSA, 2023). Abrange mais de mil municípios conforme delimitação de 2017 da Sudene (Resolução n. 115, de 23 de novembro de 2017) e moram aproximadamente 27 milhões de brasileiros (IBGE, 2021). É relevante ressaltar que, no Semiárido, concentram-se cerca de 81% das comunidades quilombolas do Brasil (ASA, 2023), evidenciando a importância dessa região

para a compreensão da distribuição demográfica e ambiental no contexto nacional (figura 3).

Enquanto o norte e nordeste de MG é predominantemente semiárido, o Cerrado é encontrado nas porções sul e leste do Estado mineiro. Dentre as suas características únicas, inclui-se as extensas formações campestres. Essa diversidade na cobertura vegetal desempenha um papel crucial na riqueza ambiental e biológica do Estado (Sano, 2008).

O Cerrado tem uma ampla disposição pelo centro do país, e por isso é conhecido como o “Bioma do Contato”, pois compartilha áreas de transições ecológicas com os outros biomas brasileiros (Barbosa, 2013). Essa característica faz com que o Cerrado seja um importante ponto de interação e influência entre diferentes ecossistemas do território nacional. Em dados gerais, o Cerrado contínuo somando sua área de transição com outros biomas, alcança 36% da área nacional (Mazzeto, 2009). A figura 4 mostra a distribuição desses biomas em Minas Gerais.



Fonte: Mapa da nova delimitação do Semiárido Brasileiro, elaborada pelo LAPIS – Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (2017).

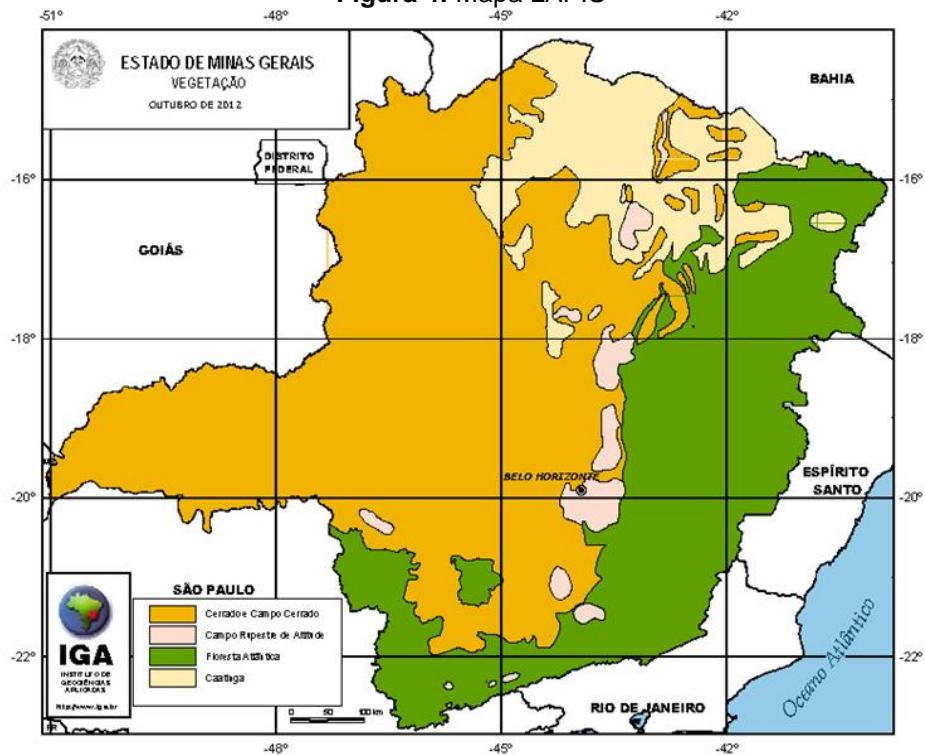
Figura 3: Comunidades mapeadas no norte de Minas



● Localidades visitadas pela expedição

Fonte: Projeto Algum Sertão. Elaborado por Cristina Mira (2009).

Figura 4: Mapa LAPIS



Fonte: Mapa da delimitação do Cerrado Brasileiro, elaborada pelo IGA – Instituto de Geociências Aplicadas de Minas Gerais (2012).

A paisagem natural é composta por formações de áreas mais elevadas como serras, chapadas e planaltos centrais atuam como reservatórios naturais para as águas das chuvas. Esses vastos reservatórios naturais que se encontram nos chapadões são responsáveis por abastecer, durante todo o ano e principalmente nos momentos de estiagem, as inúmeras nascentes, veredas e corpos de água que percorrem o território do norte de Minas Gerais (Dayrell, 1998).

Assim, observa-se que por conta da sua posição geográfica e relevo, o território (Cerrado transacionando para o Semiárido) funciona como um reservatório de água, pois contemplam nascentes de diferentes grandes bacias hidrográficas, como as do São Francisco, Tocantins-Araguaia e Paraná, além de partes consideráveis dos rios Amazônicos (FUNATURA, 2005). Estes sistemas apresentam grandes recursos para agricultura irrigada da região norte mineira, sendo os mais importantes para este fim os rios São Francisco, das Velhas, Paracatu, Urucuaia, Jequitaí, Verde Grande, Gorumuba e Jequitinhonha.

A disparidade de cobertura vegetal original versus cobertura antropicamente modificada tem origem na história de ocupação de terras no Brasil, especialmente durante o governo de Getúlio Vargas (1930-45), que promoveu uma expansão territorial em direção à região central do país (Klink; Moreira, 2002). A ação antrópica e ocupação nos sertões por pecuaristas e o crescente desmatamento causam impactos expressivos na cobertura vegetal, contribuindo para a configuração alarmante da paisagem na região.

3.3.1. Chapada Gaúcha

A formação desse território remonta ao século XVIII, quando expedições rumaram para o interior do país impulsionadas por diversos motivos, incluindo a busca por metais preciosos, a expansão da atividade pecuária e o bandeirismo, que envolvia a captura de indígenas para submetê-los ao trabalho imposto (Prado Júnior, 1972). Na segunda metade desse século, a economia baseada em metais nobres na região norte mineira enfraqueceu; contudo, a atividade pecuária é a principal fonte de sustento local, ocorre de forma relativamente estável. Essas mudanças econômicas podem ter contribuído para a preservação das técnicas de produção agropecuária, transformando-se não apenas em uma

atividade econômica, mas como parte integrante do modo de vida da região (Oliveira *et al.*, 2000).

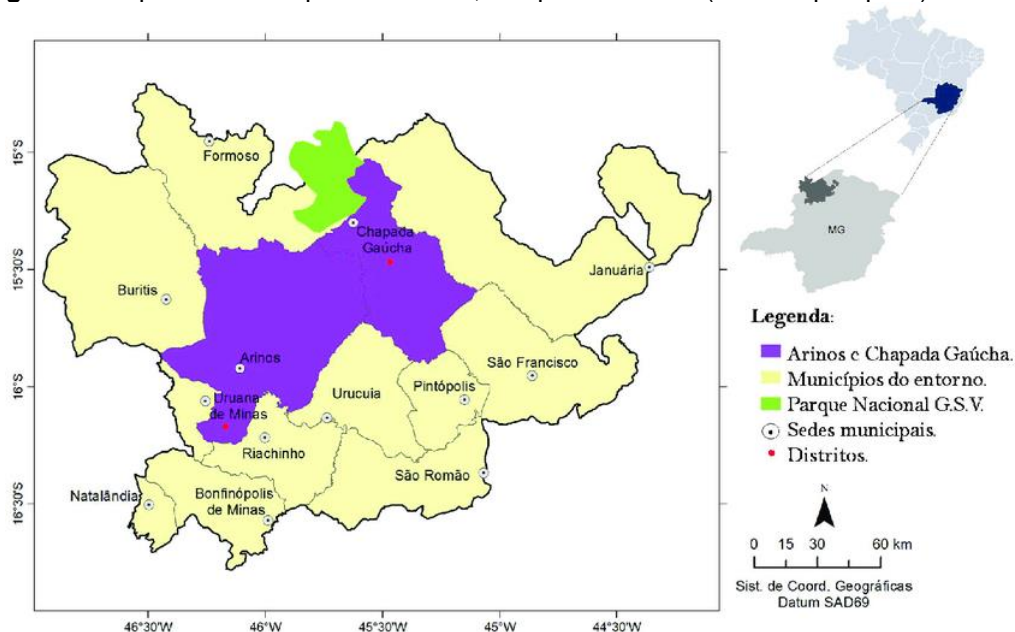
Durante os séculos seguintes, Minas Gerais foi dividida entre os colonizadores por meio do sistema de sesmarias⁶. No entanto, as famílias proprietárias não dispunham de recursos suficientes para ocupar toda a extensão territorial. Dessa forma, arrendaram parte de suas terras para terceiros, os quais, ao longo do tempo, consolidaram-se como fazendeiros pecuaristas (Coelho, 2005). Esses acontecimentos desempenharam papéis importantes, contribuindo para o avanço gradual da ocupação do território e da formação dos municípios, como é o caso da Chapada Gaúcha atualmente.

O município da Chapada Gaúcha é integrante da mesorregião Norte de Minas Gerais (IBGE, 2021), apresentando características do Semiárido e do Cerrado. Com uma extensão aproximada de 3.255.189 km² (IBGE, 2022), o município abriga cerca de 14.217 habitantes (IBGE, 2021). Notadamente, Chapada Gaúcha exibe uma composição territorial com 53,32% de sua área destinada à urbanização, enquanto os 46,68% restantes pertencem à zona rural (IBGE, 2019; IAS, 2021). Essa porção rural abrange desde fazendeiros até comunidades e povos tradicionais, delineando a diversidade sociocultural na região, conforme mostra a da Carta síntese de Chapada Gaúcha.

A divisão das redes geográficas nas regiões rurais no Brasil é estabelecida a partir da “dinâmica geográfica traçada pela produção agroindustrial no território nacional” (IBGE, 2015). Essa regionalização é ajustada com base nas diferenças geográficas das terras legalmente delimitadas, considerando a preservação cultural e ambiental, e busca atender às “demandas da sociedade em torno da produção de informações segundos recortes territoriais cada vez mais ajustados às diversas formas de ocupação construídas ao longo do ritmo” (IBGE, 2015). A figura 5 mostra a divisão geográfica da área de estudo desta pesquisa.

⁶ Sistema de doação de grandes extensões de terra pelo governo colonial, destinado a estimular o povoamento e a exploração econômica do território.

Figura 5: Mapa dos municípios de Arinos, Chapada Gaúcha (local da pesquisa) e entorno



Fonte: elaborada por Rossano Marchetti Ramos a partir da Base Cartográfica do IBGE, 2015.

A regionalização do município foi moldada por uma complexa interação entre as pessoas e a terra. Essas relações envolvem influências dos povos originários, que já habitavam a região, dos bandeirantes que migraram do litoral para o interior, dos fazendeiros que mais tarde trouxeram pessoas escravizadas e dos "homens livres pobres". Chapada Gaúcha é um reflexo das misturas de influências, que são pesquisadas na configuração social e cultural única da área (Vieira, 2018).

3.3.2. Serra das Araras

Serra das Araras, distrito de Chapada Gaúcha, começou a ser povoado muito antes da chegada dos sulistas, no final do século XVIII. Descendentes de escravos da família Bito e nativos da Bahia, que vieram da região de Tremedal, estabeleceram-se no território após a descoberta de uma escultura de Santo Antônio em uma gruta com formato de coração ao pé da serra. Lendas e o misticismo dos moradores e visitantes começaram a circular na região, atraindo devotos religiosos de outras localidades, que iam até o local para rezar. Alguns retornaram às suas cidades de origem, enquanto outros escolheram se estabelecer ali, perto do santo (Leite, 2019).

Esses eventos culturais impulsionaram significativamente o povoamento da área e o desenvolvimento de uma romaria, que é considerado o maior evento

religioso da região. Desde 2009, esse evento é reconhecido e protegido como Patrimônio Cultural Imaterial pelo Conselho Municipal de Chapada Gaúcha (Leite, 2019).

O vínculo das comunidades quilombolas do distrito com a natureza evidencia-se no carinho e respeito com os buritis, com as veredas e os pássaros, que inspiraram o nome de Serra das Araras.

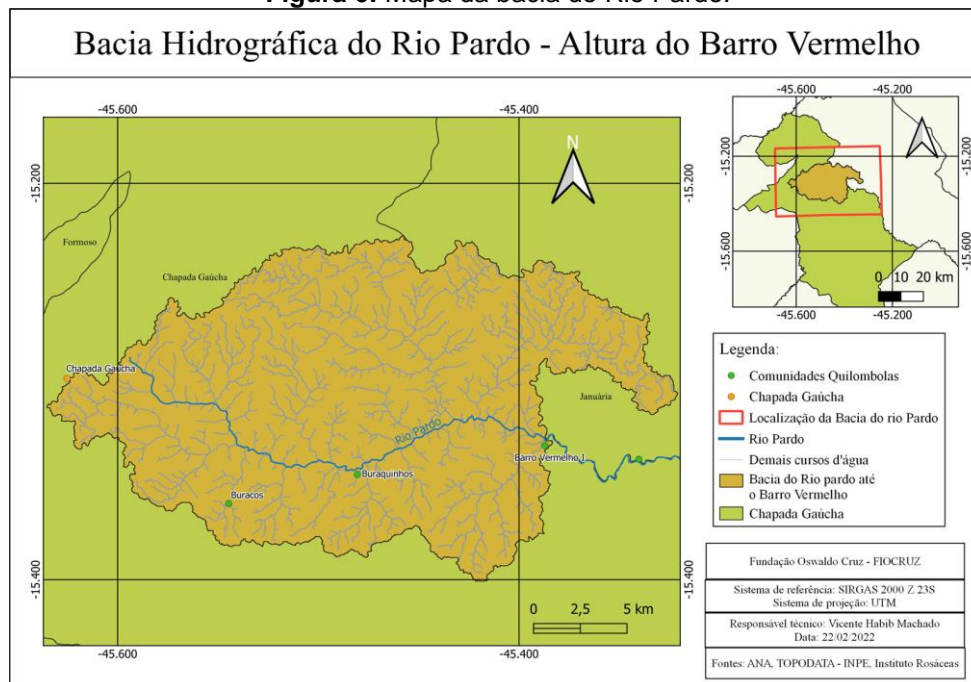
Serra das Araras apresenta formações naturais complexas e vastas, composta especialmente por chapadas, encostas e veredas, que exercem influência e função direta em seu ecossistema único. As características do relevo criam “formações topográficas planas e maciças, cobertas por cerrados, cerradões e campos que, via de regra, descem até a base das vertentes, cedendo lugar no fundo aluvial dos vales às florestas de galeria” (Nogueira, 2009, p. 29).

A rede hidrográfica da região que compõe o distrito é formada por partes de três bacias distintas: São Francisco, Pardo e Jequitinhonha. O rio São Francisco destaca-se como o mais importante da rede hidrográfica, percorrendo em direção sul-norte e recebendo afluentes significativos em ambas as margens. Na margem esquerda, os principais afluentes são Paracatu, Urucuia, Pardo, Pandeiros, Peruaçu, Itacarambi, Cochá, Japoré, Calindó e Carinhanha. Na margem direita, encontram-se os rios das Velhas, Jequitaí, Pacuí e o rio Verde Grande, formando um sistema próprio de grande importância na área, com percurso bastante extenso. Suas nascentes estão situadas a sudeste de Montes Claros, e sua foz ocorre no rio São Francisco, nos limites com o Estado da Bahia, com os principais afluentes sendo os rios Gortuba e Verde Pequeno (IBGE, 2021).

A bacia formada pelo rio Pardo e seus afluentes é de extrema importância para o território de Buraquinhos e as comunidades adjacentes, uma vez que todos os moradores dependem exclusivamente do consumo direto do rio para atividades como pecuária, agricultura familiar, produção e venda de produtos artesanais. Essa bacia não se limita as comunidades de Serra das Araras, abrangendo também outros 26 municípios nos estados de Minas Gerais e Bahia, estendendo-se de oeste a leste. Entre os afluentes principais, na margem direita, encontram-se Ribeirão, rio São João do Paraíso, córrego Duas Barras e córrego Baixa do Pau Ferro. Na margem esquerda, destacam-se os rios Pardinho e

Preto, o ribeiro Taiobeiras, o rio Itaberaba, o córrego da Serra e o rio Mosquito (IBGE, 2021) (figura 6).

Figura 6: Mapa da bacia do Rio Pardo.



Fonte: Fiocruz Brasília, responsável técnico Vicente Machado, 2022.

Ainda que com tantos reservatórios naturais de água doce, o sistema de abastecimento de água no distrito é apontado no Plano de Manejo do PESA (2005) como “precário e insuficiente e baseado em captação no Córrego do Feio”. O plano denuncia ser comum a falta de instalações sanitárias e serviços de abastecimento de água nas comunidades rurais de Serra das Araras e adjacentes (FUNATURA, 2005, p. 124).

Diante da dependência do Rio Pardo e de seus afluentes para as atividades cotidianas das comunidades ribeirinhas rurais, torna-se de extrema importância avaliar a qualidade desse recurso hídrico. Dessa forma, o Projeto de Pesquisa “Ticcas⁷ Sertão Veredas-Peruaçu: cartografia social, água e feminino” desenvolveu a integração dessa análise à realidade de uso múltiplo por parte dos usuários da região, oferecendo um panorama da qualidade da água, que é um fator determinante para a saúde das comunidades e o desenvolvimento sustentável da região.

⁷ Territórios e Áreas Conservadas pelos Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais Locais é um conceito internacional que visa reconhecer os direitos dos povos tradicionais sobre os seus territórios, manutenção da cultura e saberes locais, além da conservação da biodiversidade local.

O projeto elaborou uma avaliação dos potenciais impactos do uso de agrotóxicos na região. O "Relatório Técnico: Análise de Agrotóxicos" (Oliveira, 2022) examinou a qualidade da água diante do emprego desses produtos químicos pelos fazendeiros locais. Os resultados deste relatório mostram níveis de contaminação e uso de agroquímicos, orientando estratégias futuras para a promoção de práticas agrícolas sustentáveis e a preservação desse recurso vital para as comunidades ribeirinhas.

O estudo abrangeu uma análise de agrotóxicos em amostras de água no Município da Chapada Gaúcha, envolvendo Serra das Araras. Com abordagem na Bacia do Rio Pardo, riachos, nascentes e corpos hídricos, foram identificadas a presença de 16 dos 19 compostos químicos estudados, incluindo destaques como 2,4-D, atrazina e fipronil. Os resultados indicam contaminação, principalmente em fontes subterrâneas (Oliveira, 2022) (tabela 1).

Tabela 1: Transições MRM e respectivas energias de colisão

Composto	Polaridade	Energia do fragmentor (V)	Precursor (m/z)	Quantificação		Confirmação 1		Confirmação 2	
				m/z	EC (V)	m/z	EC (V)	m/z	EC (V)
2-hidroxiatrazina	+	100	198,2	156,2	15	114,1	20	86,1	20
2,4-D	-	70	218,9	161	14	163	12	125	18
Ametrina	+	100	228,2	186,1	15	158,1	20	138,1	15
Atrazina	+	100	216,2	174,1	15	103,9	15	-	-
Azoxistrobina	+	100	404,2	372	5	344,1	20	-	-
Caféina	+	110	195,1	138	15	110	20	69,1	20
Carbendazim	+	100	192,1	160,1	20	132,1	30	105,1	35
Carbofurano	+	100	222	123	20	165	10	55	16
Desetilatrazina	+	100	188,1	146,1	24	108,9	24	79	28
Desisopropilatrazina	+	100	174,1	103,9	20	96,1	18	68,1	22
Diuron	+	100	233	72,1	20	46,0	16	-	-
Fipronil	-	100	434,9	330	10	250	15	183	30
Hexazinona	+	100	253,2	171,1	8	85,1	30	71,1	31
Imidacloprido	+	100	256	208,9	10	175,1	15	-	-
Malation	+	100	331	285	1	99	15	-	-
Simazina	+	100	202	132	15	124	15	104	25
Tebuconazol	+	100	308,2	70	20	124,9	30	-	-
Tebuturion	+	110	229,1	172,1	10	116,1	30	57,2	34

Fonte: Oliveira (2022).

Esta situação é alarmante para a saúde dos ecossistemas e das pessoas que consomem dessas águas diariamente, sendo necessário pensar em soluções a médio e longo prazo para garantir o direito ao fornecimento de água de qualidade, visando a saúde e o bem-estar das populações tradicionais que ali vivem.

3.3.3. Buraquinhos

A comunidade foco deste estudo é uma comunidade quilombola rural, localizada no Distrito de Serra das Araras, distante 40 km do centro urbano do município de Chapada Gaúcha. É formada a partir da união das famílias que se firmaram na região nos meados do século XX, em decorrência dos grupos étnicos de africanos escravizados e indígenas, que resistiram à violência e se estabeleceram em terras próprias. É um local comentado regionalmente por sua beleza paisagística e sua conexão com o Corredor Ecológico Vão dos Buracos, área de ligação entre o PNGSV e o PESA, sendo batizada pelos moradores de “Buraquinhos”, apresentando fatores extremamente relevantes para a riqueza socioambiental da região (FUNATURA, 2005).

A comunidade de Buraquinhos se destaca para fins deste trabalho pela quantidade de dados disponíveis de pesquisas recentes de instituições como o Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), a Fiocruz (PSAT/GEREB) e organizações não governamentais como o Instituto Rosáceas.

Buraquinhos é um território tradicional étnico⁸, a comunidade se autodeclara como quilombola e vem ocupando terras onde seus ancestrais habitavam há pelo menos um século, mantendo a manifestação de sua identidade cultural. As famílias valorizam a natureza e a proteção ambiental, orgulhando-se de não desmatarem, da união e das festas tradicionais, como São João e a Folia de Reis (Fiocruz, 2023).

Segundo o Plano de Manejo do PESA, a formação do núcleo desta comunidade “é característica de relações de família e vizinhança de quatro gerações [atualmente cinco], com funções definidas, algumas atividades coletivas de produção, sobretudo no processo de fabricação de farinha de mandioca” e o extrativismo do buriti (FUNATURA, 2005, p. 128). Praticam agricultura de subsistência, a maioria das famílias de Buraquinhos conta com os quintais produtivos e a criação de animais para a sobrevivência, sendo identificada uma área utilizada para plantação agroflorestal comunitária (Fiocruz, 2023).

⁸ “Espaço construído, materializado a partir das referências de identidade e pertencimento territorial, [...] sua população tem um traço de origem comum” (Anjos, 2007, p.122).

Sua população tem consciência que os desafios acerca da preservação de seu território se intensificaram e buscam a reparação de direitos com suporte nas políticas públicas, atuando em um processo contínuo de resistência (Fiocruz, 2023). Os moradores apresentam boa organização na luta pelas melhorias necessárias nas condições de vida. A geração mais velha conserva liderança na comunidade, com funções ativas, tanto na gestão do processo de produção, quanto nas relações familiares e sociais (Oliveira, 2004). Como exemplo tem-se a luta pelo direito do acesso à energia elétrica, conquistado apenas em 2008, através do programa governamental Luz para Todos do Governo Federal.

Dados obtidos durante a fase de diagnóstico do Projeto Territórios Saudáveis e Sustentáveis do Semiárido, conforme descrito no Relatório Final do Projeto Inova (2021), realizado pela Fiocruz Brasília, constatou-se que a comunidade em questão é composta por 27 famílias, dispersas ao longo do Rio Pardo, estando situadas em ambas as margens do rio.

O sistema hidrográfico de Buraquinhos envolve o curso abaixo do Rio Pardo, englobando parte do córrego Santa Catarina, Rio Lagoa Verde e Rio Inhaúma e afluentes menores como o Córrego Buraquinhos e Grota do Miguel. O Rio Pardo provém da chapada existente ao sul do PNGSV, ocupando o Vão dos Buracos e desaguando na margem esquerda do rio São Francisco (FUNATURA, 2005; Fiocruz, 2023). A fonte de captação da água utilizada pelas comunidades quilombolas de Buracos, Buraquinhos e Barro Vermelho I e II usam estes mesmo curso d'água. É comum o armazenamento da água para dessedentação em filtros de barro, garrafas, potes de barro e na caixa d'água, sem que haja tratamento prévio (Fiocruz, 2023).

No panorama multi-escalar, o crescimento populacional nas grandes cidades influencia fortemente a situação de contaminação no campo. O fluxo inverso está voltado para a exportação de alimentos, havendo a disputa de terras pertencentes aos povos originários, pelos lavoureiros. Essa situação vem causando catástrofes socioambientais, como cheias intensas dos rios que são o único meio de passagem para as comunidades, ou o lixão na cabeceira do Rio de Buracos, prejudicando o escoamento das águas da chuva e liberando partículas que contaminam o solo (Fiocruz, 2023).

3.4. Saneamento Básico e Rural

No início do século XX, a exploração dos sertões por meio de expedições científicas organizadas pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a criação da Liga Pró-Saneamento do Brasil (1918) e a atuação do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP) - entre 1942 e 1960 - deram origem à Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). A FUNASA então passou a ser responsável por promover soluções de saneamento para a prevenção e controle de doenças, bem como por formular e implementar ações de promoção e proteção à saúde relacionadas à saúde e ao meio ambiente (FUNASA, 2019).

Desde 1988 o Saneamento Básico é um direito humano garantido pela Constituição Federal Brasileira e definido pela Lei do Saneamento nº. 11.445/2007, estabelecendo diretrizes e definições para o saneamento básico, garantindo que todos tenham acesso equitativo a um fornecimento de água de qualidade atrelada às suas necessidades. Assim como, à coleta e tratamento adequado de esgoto e resíduos sólidos, além do manejo das águas pluviais (Brasil, 2007).

A construção dos Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) ocorreram devido a Lei nº11.445, e foram criados como instrumentos de planejamento que oriente a prestação desses serviços públicos aos órgãos gestores responsáveis.

O PLANSAB (2013) define as condições de atendimento adequadas para o esgotamento sanitário como a “coleta de esgotos, seguida de tratamento; e o uso de fossa séptica”, enquanto o déficit é caracterizado pelo atendimento precário, definido como “coleta de esgoto, não seguida de tratamento; e o uso de fossa rudimentar” ou a situação onde não há atendimento, caracterizada pela “ausência de banheiro ou sanitário; lançamento direto de esgoto em valas, rios [...] ou outra forma pela unidade domiciliar” (PLANSAB, 2014).

As Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (Brasil, 2007) estabelecem que um dos princípios fundamentais, para alcançar o direito do saneamento básico adequado, são as adoções de métodos, técnicas e processos que consideram as particularidades locais e regionais. Porém, o uso do saneamento como instrumento para melhorar a qualidade de vida, ainda enfrenta desafios políticos, de gestão e tecnológicos que dificultam o atendimento integral da população, e especialmente para aqueles que residem

em zonas rurais, municípios de pequeno porte (FUNASA, 2007) e comunidades isoladas⁹ (IBGE, 2010) (figura 7).

Figura 7: Tipos de setores censitários do Censo Demográfico



Fonte: IBGE 2010

A Lei do Saneamento foi atualizada no ano de 2020, pela Lei nº 14.026/2020 e ficou conhecida como o marco legal do saneamento. O seu artigo 4º-A designa a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) como responsável por instituir “normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico por seus titulares e suas entidades reguladoras e fiscalizadoras”. Enquanto o oitavo artigo define os atores que exercem a titularidade dos serviços públicos de saneamento básico como (I) os Municípios e o Distrito Federal, no caso de interesse local.

Nesse contexto, em 2021 a Lei do Saneamento instituiu o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) - como evolução do atual SNIS – adotando uma abordagem descentralizada e articulada, com uma rede que se estende tanto vertical quanto horizontalmente, pretendendo ampliar a capacidade ou reposição das infraestruturas atuais (SNS, 2021). Esse novo sistema surge como forma de reparação das disparidades causadas por situações de injustiças socioambientais.

Os dados do IBGE (2021), do Panorama do Saneamento Básico (2021) e do Instituto Trata Brasil (2021) indicam que aproximadamente 44,2% da

⁹ Esse termo foi elaborado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES-SP), para descrever assentamentos que não possuem acesso aos serviços públicos de saneamento básico. O isolamento nesses casos, pode ser resultado de inviabilidade técnica, econômica, política ou outros fatores. Nessas localidades, as redes de distribuição de água e coleta de esgoto não existem ou são insuficientes, o que leva à adoção de soluções locais, muitas vezes unifamiliares ou semicoletivas.

população brasileira não têm acesso à rede de coleta de esgoto. Pouco mais da metade dos municípios brasileiros possuem algum serviço de esgoto por meio de rede coletora (51,2%); e dentre os 100 maiores municípios do Brasil, somente 34 têm mais de 90% da população atendida por este serviço. Ainda há uma grande disparidade entre as regiões do país, como é o caso do Sudeste, com 92,8% de cobertura, em contraste com o Norte, que apresenta apenas 15,3% de cobertura.

Essas informações demonstram que a disposição e o tratamento inadequado do esgoto sanitário se mantêm, sem mudanças significativas, ao longo de quase três décadas. No cenário global, essa realidade também prevalece, uma vez que cerca de 32% da população mundial ainda vive sem acesso a práticas adequadas de esgotamento sanitário, conforme indicam a Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO, 2015) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2015). Fazendo-se necessário buscar ações com urgência para definir planos que visem o alcance do ODS 6.

Os dados do SNIS (2021), exibem que a população brasileira tem recorrido às alternativas inadequadas para lidar com o esgotamento sanitário, como fossas sépticas/sumidouros, fossas rudimentares, valas a céu aberto, lançamento de esgotos em corpos d'água e galerias de águas pluviais. Nos municípios brasileiros como um todo, as fossas rudimentares (53,17%), fossas sépticas (8,03%), disposição direta em corpos d'água e outras formas de disposição incorreta (3,35%), ainda são os destinos mais comum para os esgotos domésticos (Landau e Moura, 2016). Essa situação prevalece principalmente em municípios e distritos com menos de 50.000 habitantes, áreas rurais e populações mais dispersas (IBGE, 2021).

Devido ao acesso a serviços de esgotamento sanitário existir principalmente nos grandes centros urbanos do Brasil, uma enorme disparidade também ocorre entre as áreas urbanas e as rurais. De cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete delas vivem em áreas rurais, e 49% ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela OMS (WHO/UNICEF, 2015).

O Saneamento Rural é pauta pública desde a década de 1980, com o Projeto Nacional de Saneamento Rural. No início dos anos 1990, o Programa de Saneamento Rural (ProRural) foi uma tentativa de criação de diretrizes nacionais

que orientassem os estados e municípios no planejamento de ações de saneamento em áreas rurais. No entanto, esses esforços pontuais não geraram impactos significativos ao longo dos anos.

O Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), previsto no PLANSAB (2013) tem como intuito, fortalecer o papel da Funasa - como instituição pública do Estado brasileiro, vinculada ao Ministério da Saúde e integrante do Sistema Único de Saúde (SUS) - em ações permanentes e duradouras em saneamento rural no país. Utilizando como referência a Lei nº. 11.445/2007, em uma tentativa de garantir os meios adequados para o atendimento da população rural dispersa e comunidades isoladas, a partir de soluções compatíveis com suas características socioeconômicas (FUNASA, 2019).

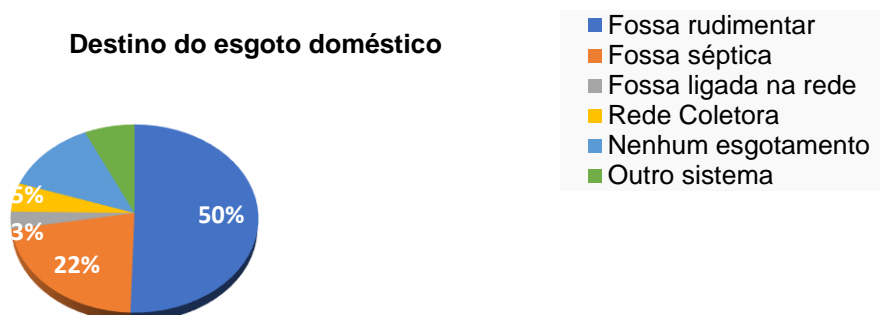
As comunidades isoladas podem ser encontradas em periferias urbanas, rurais ou litorâneas (PNAD, 2015), e podem estar muito próximas das regiões atendidas pelos serviços e, mesmo assim, estarem desconectadas da realidade social circundante. Por apresentarem especificidades, que os diferenciam consideravelmente dos núcleos com acesso aos serviços centralizados de saneamento, esses territórios necessitam de uma abordagem diferenciada para a implantação e operação dos seus sistemas de saneamento.

Dados do IBGE (2021) evidenciam que cerca de 30 milhões de pessoas vivem na zona rural e apesar de representarem uma parcela relativamente pequena da população total, elas equivalem à população de países como Peru, Venezuela e Canadá. Esse número pode ser ainda mais expressivo, pois há divergências dos dados governamentais na análise sobre a população que reside em áreas rurais. Enquanto o IBGE estipula a margem da população rural de 16%, o Ministério do Desenvolvimento Agrário estima que 36% população brasileira como rural (EBC, 2015). Para alguns autores, essa discordância de definição está entre os critérios escolhidos pelos pesquisadores do IBGE, que consideram apenas o conceito de área urbana, sendo a ruralidade estabelecida pela exclusão (Rigotti; Hadad, 2017).

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2013), indica que aproximadamente 8% dos domicílios rurais pesquisados estão conectados à rede coletora de esgoto, enquanto 13% não possuem nenhum tipo de sistema de tratamento. Entre os domicílios que possuem alguma forma de tratamento,

estes adotam soluções consideradas inadequadas, como fossas imprópriamente construídas, lançamento a céu aberto, valas ou corpos hídricos (figura 8).

Figura 8: Destino do esgoto doméstico nos domicílios rurais brasileiros



Fonte: Elaboração das autoras, com base em IBGE (2015).

Ao voltar-se para a perspectiva do município de Chapada Gaúcha - MG, é responsabilidade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) operar o sistema de abastecimento de água e tratamento de efluentes do local. Porém, a conjuntura de 2003 a 2005 indicava a precariedade do sistema de abastecimento e de saneamento básico da região. O censo realizado pelo IBGE (2010) apontou que a situação seguiu ineficiente, onde apenas 19,8% possuem esgotamento sanitário adequado. Segundo o Atlas de Esgotos de 2017, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, o índice de atendimento indica que 71,1% do esgoto produzido pela população de Chapa Gaúcha não passa por coleta e não tem tratamento (ANA, 2017).

Os riscos para a saúde gerados pelo saneamento inadequado ou inexistente estão relacionados principalmente com a ingestão de água contaminada, através de contato direto, ou por meio de vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico (Brasil, 2013). Estes derivam de poluentes químicos, efluentes industriais, ou causados por acidentes ambientais.

O saneamento básico se concentra nas necessidades essenciais de água, esgoto e resíduos sólidos para promover a saúde humana, enquanto o saneamento ambiental engloba um conjunto amplo de temas para garantir que a interação humana com o ambiente seja sustentável e não prejudique a saúde dos ecossistemas. Ambos são essenciais para a qualidade de vida e o bem-estar

das comunidades, bem como para a proteção do meio ambiente (Costa, 2003). Portanto, o Saneamento Rural reflete intimamente a crise sanitária brasileira.

3.4.1. Contextualização da problemática hídrica e sanitária no Brasil

O panorama do consumo de água no Brasil reflete uma interação complexa entre as necessidades de uma população em crescimento, a atividade econômica e a disponibilidade desse recurso essencial. Embora o país seja possuidor de uma das maiores reservas de água doce do mundo (ANA, 2015), enfrenta muitos desafios relacionados à gestão sustentável deste recurso. A distribuição não é uniforme ao longo das regiões, o que resulta em desigualdades na disponibilidade da água e graves problemas sanitários (Trata Brasil, 2023).

Dados fornecidos pelo Instituto Trata Brasil, mostram que cerca de 84,2% da população brasileira têm acesso ao abastecimento de água tratada. No entanto, quase 40 milhões de brasileiros ainda são privados desse serviço essencial e enfrentam dificuldades para obter água limpa e segura para consumo, higiene pessoal e outras necessidades básicas.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o consumo médio de água per capita no Brasil estava em torno de 150,7 litros por dia em 2021, para os 177 milhões de habitantes atendidos. A falta de acesso à água tratada não apenas compromete a qualidade de vida, mas também aumenta os riscos de doenças de veiculação hídrica (OPAS, 2008).

De acordo com o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019), há uma demanda variada de usos consuntivos da água, como abastecido humano (urbano e rural), abastecimento animal, indústrias, mineração, termoeletricidade e a evaporação líquida em reservatórios artificiais para uso múltiplo. A irrigação é responsável por 52% do consumo de água, seguida pelo abastecimento urbano (23,8%), indústria (9,1%) e abastecimento animal (8%). Logo, são necessárias estratégias de adaptação para esse cenário, como desenvolvimento de tecnologias voltadas para melhorar a qualidade da água e eficiência de seu uso (ANA, 2019).

Pois, fatores que ameaçam um desejado cenário equilibrado de balanço hídrico são o aumento populacional, principalmente nas áreas urbanas, e a expansão comercial, que geram ampliação da demanda de água, bem como as

mudanças climáticas e seus efeitos nos eventos hidrológicos extremos. Esses fatores, associados à ausência de planejamento e ações institucionais coordenadas e de investimentos em infraestrutura hídrica e saneamento, desencadeiam cenários de insegurança hídrica, tais como os que afetam o Brasil nos últimos anos (ANA, 2019).

De acordo com um estudo conduzido pela Universidade Federal de Santa Catarina (2016), durante o período de 1995 a 2014, o Brasil testemunhou uma série de eventos climáticos extremos, incluindo enchentes severas, que resultaram em danos econômicos significativos, estimados em R\$ 72,3 bilhões em todo o país, afetando aproximadamente 51 milhões de brasileiros. Além disso, entre 2003 e 2016, as secas e estiagens levaram 2.783 municípios a declararem Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública. Notavelmente, 1.409 desses municípios estavam localizados na região Nordeste, representando 78,5% da região. Dentro desse grupo, cerca da metade dos municípios declararam emergência ou calamidade pelo menos uma vez durante um período de sete anos.

Assim a segurança hídrica também é o objetivo central da Política Nacional de Recursos Hídricos, a Lei nº 9433, e seu conceito é o consolidado pela ONU/PNUD (2014) como:

“A capacidade da população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem-estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, garantindo a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associadas à água, bem como a preservação dos ecossistemas”.

Nesse contexto, a ANA desenvolveu, em parceria com o antigo Ministério do Desenvolvimento Regional, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), para

“[...] assegurar ao Brasil um planejamento integrado e consistente de infraestrutura hídrica com natureza estratégica e relevância regional, até o horizonte de 2035, para redução dos impactos de secas e cheias. Além das obras, também são identificados os estudos adicionais e projetos necessários para viabilizá-las, bem como as lacunas de conhecimento em áreas de baixa segurança hídrica, para as quais foram propostas ações específicas (ANA, 2019).

3.5. Território Saudável e Sustentável - Iniciativa Fiocruz Brasília

A Fiocruz Brasília (GEREB) por meio do Programa de Promoção da Saúde, Ambiente e Trabalho (PSAT), projeto Inova Território Saudável e Sustentável (TSS) Mosaico Grande Sertão, processo do projeto básico SEI nº 25027.000232/2020-42¹⁰, atua no território de Serra das Araras e vem realizando o diagnóstico local evidenciando situações de inseguranças vividas pelas comunidades quilombolas. O TSS tem como uma das linhas de trabalho o manejo das águas: produção de alimentos/ saneamento rural.

Visando a construção e implementação de TSS e a disseminação de tecnologias sociais, a Fiocruz Brasília desenvolve ações de promoção da saúde, envolvendo o saneamento básico com a ampliação do acesso à água de qualidade no contexto das comunidades e povos tradicionais com foco na região do semiárido (Fiocruz, 2018).

Os TSS podem ser definidos como:

[...] espaços relacionais e de pertencimento onde a vida saudável é viabilizada, por meio de ações comunitárias e de políticas públicas, que interagem entre si e se materializam, ao longo do tempo, em resultados que visam a atingir o desenvolvimento global, regional e local, em suas dimensões ambientais, culturais, econômicas, políticas e sociais (Machado *et al.*, 2017, p. 246).

3.5.1. Formação de Agentes Populares ¹¹

O projeto titulado de “Formação-Ação em Vigilância Popular nas Comunidades Quilombolas da Região de Arinos, do Grande Sertão Veredas” (Agentes Populares em Saúde no Grande Sertão Veredas)¹² foi desenvolvido pela coordenação do Programa de PSAT da Fiocruz Brasília (PSAT/GEREB). O curso é contemplado pelo Projeto Territórios Saudáveis e Sustentáveis do Semiárido (PTSSS) (Fiocruz, 2020) se baseia em visitas dos pesquisadores aos territórios do município da Chapada Gaúcha e no diálogo com as comunidades e lideranças (Fiocruz, 2023).

Um dos objetivos principais do curso foi fomentar processos educativos para a promoção dos TSS, por meio da educação popular na forma de investigação-ação,

¹⁰ Disponível em: <SEI/FIOCRUZ - 0433296 - Projeto Básico Fiotec - Ativ. de Apoio Lei 8666/93>. Acesso em: 11/12/2023.

¹¹ As informações utilizadas nesta subseção são referentes aos resultados obtidos durante o andamento do projeto referente ao processo nº 25027.000232/2020-42 e no SEI/Fiocruz nº 2856529.

¹² SEI/FIOCRUZ - 2856529 - Portaria GEREB. Disponível em <Port.040-GEREB-2023-.pdf (fiocruz.br)>. Acesso em: 11/12/2023.

visando o fortalecimento de ações de promoção e vigilância popular em saúde nos territórios (Fiocruz, 2020). Nesse contexto, as comunidades foram escutadas por uma equipe docente da Fiocruz, visando conhecer a realidade local, as necessidades das famílias quilombolas e sua história. O diálogo é fundamental nesse processo para conhecer e reconhecer-se coletivamente e assim transformar a realidade mediante as instâncias da comunidade organizada (Saito, 2001).

A investigação-ação incorpora uma pesquisa-ação ao tratar da “corporificação dos princípios democráticos”, permitindo que as famílias do local possam “determinar ou influenciar as condições de seu próprio trabalho e vida” (Saito, 2001, p. 131). Sendo o conceito de investigação-ação, por Saito (2001, p. 126), inspirado em Carr e Kemmis (1986)

“uma forma de questionamento coletivo dos participantes em uma determinada situação social com o intuito de promover a racionalidade e a justiça destas mesmas práticas sociais, a compreensão destas práticas e das situações em que se encontram, e, desta forma, poder transformá-las” (Carr, Kemmis, 1986 apud Saito, 2001).

Na perspectiva do caráter coletivo e emancipatório do diálogo, a equipe Fiocruz Brasília (2020 - 2023) manteve trocas constantes com os membros das comunidades quilombolas de Serra das Araras, com o intuito de compreender as necessidades e desafios relacionados ao caminho das águas, dos alimentos e das pessoas. Nesse processo, buscou-se a inserção política da comunidade, que unido a investigação-ação e articulada com a construção da cidadania e autonomia das comunidades através seu empoderamento¹³ tem potencial para transformar a realidade das inseguranças vividas (Saito, 2001).

O diálogo teve papel fundamental na construção de um diagnóstico coletivo. A turma foi incentivada a se distanciar dos “interesses individuais, marcados por histórias pessoais, para assumir interesses de classe, resgatando e revivendo as lutas históricas dos desfavorecidos socialmente” (Saito, 2001, p. 132).

O diagnóstico coletivo foi realizado no 2º módulo do curso (2022) dos Agentes Populares de Saúde (APS) do Grande Sertão Veredas, pelo corpo docente junto à turma dos APS composta por representantes moradores de quatro comunidades quilombolas de Serra das Araras (Buraquinhos, Morro do Fogo, Barro Vermelho I e

¹³ *Empowerment* ou empoderamento (tradução literal) é o “fortalecimento político-organizacional de uma coletividade, que se auto-referência nos interesses comuns e pratica uma ação solidária e colaborativa para transformar a realidade local e desenvolvê-la social e economicamente” (Friedman, 1992 apud Saito, 2001, p. 127).

II). Os moradores incluíram como problemas para o acesso e acessibilidade à água potável: (1) a descontinuidade do carro pipa; (2) contaminação das águas, causada principalmente pelas metrópoles e cidades locais; e (3) acessibilidade física (devido a sazonalidade), relacionada com a crise e insegurança hídrica afetada pela mudança climática (Fiocruz, 2023).

A formação dos APS dispôs de atividades elaboradas pelo PSAT/Fiocruz e aplicados pelos agentes do NAE Recanto Veredas, em outubro de 2022 e fevereiro de 2023, com o apoio da equipe Fiocruz Brasília (PSAT/GEREB) na comunidade quilombola de Buraquinhos. As atividades são referentes ao curso e formação e capacitação (Fiocruz, 2023) consistiu no diagnóstico da percepção de 16-18 das 27 famílias que vivem na comunidade, onde os seguintes registros realizados no tempo de formação. De acordo com as famílias respondentes (16-18) no ano de 2022, se destacam as seguintes percepções (Fiocruz, 2023):

- A respeito da moradia: a qualificação fundiária do terreno indica que 72,2% (13 famílias) tiveram sua moradia cedida formalmente, enquanto 22,2% (4) tiveram seu terreno comprado e 5,5% (1) tiveram o terreno cedido informalmente. A situação dos imóveis é particular para 77,7% (14) e 16,6% (3) moram em coletivos permanentes. Sobre o material de construção das casas: o teto de todas foi construído com telha de amianto, com o piso cimentado e/ou de terra batida, com estrutura de adobe ou alvenaria com ou sem revestimento (Fiocruz, 2023).
- Quando questionadas sobre o que é saneamento, 55,5% (10) dizem não saber ou não responderam, enquanto 44,4% (8) relacionam o saneamento como tratar a água e a destinar corretamente, ou como destinar adequadamente o lixo (Fiocruz, 2023).
- Quanto ao uso e manejo das águas dos rios (córregos e açudes): todas as (18) famílias utilizam as águas do Sertão nos seus cotidianos, 100% tomam banho com as águas dos rios; 88,9% (16) lavam roupa; 66,7% (12) vão ao rio a lazer (brincar e/ou nadar); 61,1% (11) pescam; e 38,9% (7) levam os animais (Fiocruz, 2023).
- Para as tarefas diárias: 33,3% (6 famílias) têm água encanada proveniente de caixas d'água abastecidas pela chuva, caminhão pipa e/ou captada manualmente das fontes de água naturais, mas nenhuma família depende exclusivamente desta, sendo utilizada junto ao rio para higiene pessoal (5

famílias), escovar os dentes (6), para tomar banho (6), para lavar as mãos (5) e para cozinhar (3). Há (pelo menos) uma cisterna de água da chuva em Buraquinhos, cuja água é compartilhada para higiene e para cozinhar. A água de poço raso é utilizada para todos os afazeres de duas das dezoito famílias (Fiocruz, 2023).

- Da disponibilidade, acessibilidade e qualidade da água para consumo direto: todas as famílias alegaram ter água disponível em domicílio (18). Porém, algumas famílias têm dificuldade de coleta, pois a água é obtida dos corpos d'água que eventualmente ficam turvos por sedimentos em decorrência das chuvas. Quando questionadas sobre a qualidade da água para beber 44,4% (8 famílias) disseram ser de boa qualidade pois “vem da nascente”, enquanto 55,5% (10) disseram não ser de boa qualidade e acrescentaram que a água está contaminada por agrotóxicos que vem das lavouras (Fiocruz, 2023).
- Do tratamento de água para consumo direto: 72,2% (13 famílias) não possuem água tratada para beber e não fazem uso do hipoclorito de sódio, enquanto 22% (4) consomem a água tratada com o hipoclorito distribuído pelos Agentes Comunitários de Saúde¹⁴ em 83,3% dos domicílios. 14 famílias utilizam o filtro de barro (cerâmico) para tratar a água de beber; apenas (4) não fazem uso dos filtros de barro. A água para o preparo dos alimentos é coada e/ou fervida como forma de tratamento para 55,5% das famílias, enquanto 44,4% utilizam a água sem nenhum tratamento (Fiocruz, 2023).
- Sobre o plantio: a água das chuvas, dos rios e suas ramificações é captada pelos moradores e reservada nas caixas d'água, sendo considerada “suficiente” para 50% (8 famílias), enquanto 37,5% (6) consideram a disponibilidade de água para plantio “inadequada” e sugerem melhorias na irrigação, qualidade da água e capacidade do reservatório; e duas famílias não responderam. Quanto o uso de agrotóxicos. 31,2% (5) utilizam¹⁵ em suas

¹⁴ O Governo Federal, por meio do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) estruturado a partir dos princípios do Sistema Único de Saúde visa a distribuição de hipoclorito de sódio (dentre outras ações) para os moradores em situação de vulnerabilidade sanitária. Porém, Chapada Gaúcha depende de a Prefeitura regional de Unai disponibilizar o insumo, relataram os moradores (Fiocruz, MS, 2023).

¹⁵ As famílias que utilizam agrotóxicos relatam fazerem uso de secantes “mata o mato” e para controle de “ervas daninhas” (Fiocruz, 2023).

propriedades, 56,2% (9) não utilizam e 12,5% (2) não responderam (Fiocruz, 2023).

- Quanto ao sanitário e ao manejo dos dejetos fecais: das 18 famílias, 15 têm banheiro (com vaso sanitário, pia e chuveiro), sendo que 8 (oito) possuem banheiro fora de casa e 4 dentro, algumas pessoas não responderam quanto à localidade; enquanto 3 não possuem. 14 (famílias) usam o vaso sanitário e de 2 a 4 defecam no mato. Das famílias que usam o vaso, 22,2% (4) destinam as fezes e urina a céu aberto, 61% (11) destinam a fossa séptica e 16,7% (3) utilizam fossa rudimentar. As famílias não têm incômodos com cheiro de esgoto (Fiocruz, 2023).
- Do destino das águas residuais das pias, tanques e lavatórios e água do banho: de 14 famílias vai para as plantas e/ou terreno de casa e (2) fazem uso da fossa. Ao destinarem as águas residuais para as plantas e para lavar o terreno de casa, (14) consideram ter encontrado uma forma de reaproveitar a água e que não há desperdício, enquanto (4) dizem ter desperdícios com água em casa. Na comunidade de Buraquinhos nenhum dos entrevistados possui cisterna de água da chuva (Fiocruz, 2023).
- No que tange os resíduos sólidos, das 18 famílias, 11 separam o lixo orgânico e o destinam para o terreno (alimentar os animais e adubar a terra), enquanto (7) queimam o lixo seco e (7) não separam o lixo (Fiocruz, 2023).

Essas informações são cruciais para uma análise aprofundada dos sistemas de tratamento mais adequados no contexto da comunidade. As autoras do presente trabalho, Amanda Martins e Joana Ferreira, baseando-se em parâmetros reconhecidos em pesquisas anteriores, como as de Figueiredo (2019), Oliveira (2004) e Tonetti *et al* (2018). Estas pesquisas não apenas enriquecem a compreensão das complexidades envolvidas no saneamento, mas também oferecem um conjunto de diretrizes importantes que podem orientar a escolha da solução mais eficaz.

A necessidade de levar em consideração as especificidades locais é incontestável, conforme ressaltado pela CETESB (1988). O processo de tomada de decisão para a escolha de uma solução de saneamento deve transcender a abordagem genérica, incorporando as nuances das características ambientais, socioeconômicas e culturais da comunidade em questão.

3.5.2. Atividade Núcleos Aprimorados de Estudo

No 4º módulo do Curso dos APS GSV¹⁶ a Fiocruz (2023) realizou uma atividade junto ao NAE representante da comunidade de Buraquinhos “Recanto Veredas”.

As principais queixas da comunidade são a dificuldade do acesso físico e da falta de água tratada e de um sistema para sua distribuição. Para ir atrás de uma solução, na perspectiva da mesma é preciso mobilizar os moradores, reunir as pessoas e buscar apoio das comunidades vizinhas, pois quando a cobrança é grande, o movimento é fortalecido. É importante que a mobilização ocorra junto das outras comunidades com as mesmas demandas para ir atrás de soluções (Fiocruz, 2023).

Os professores do curso explicam que existem diversas maneiras de tratar a água, projetos alternativos que possam atender a todos, visando uma água mais limpa, sem bactérias e patógenos. Questionam a turma qual seria a proposta para ter água tratada no território, o que discutiriam com o poder público caso tivessem a oportunidade.

Um dos alunos, representante do NAE, relatou sobre um projeto da FUNASA (2018) de Salta-Z para Buraquinhos, ele foi indicado para fazer o treinamento para ser responsável pela operação da estação de tratamento, seriam cinco estações no município para o tratamento, ele diz que “seria pequena e simples, poderíamos operar de dentro da comunidade”. O núcleo demonstra o desejo e o reconhecimento dessa tecnologia da FUNASA, como uma das possíveis soluções alternativas para o território (Fiocruz, 2023).

Durante a discussão, a equipe Fiocruz (2023) ressalta que ao pensar em possíveis soluções para a comunidade, não se pode deixar de olhar para o território, com foco na disposição das casas no mapa da comunidade. O curso tem a perspectiva de destacar a importância de pensar em soluções de água tratada a partir da distribuição das moradias.

O poder público e a academia precisam entender as necessidades das comunidades e o que poderia dar certo no território. Aos olhos dos quem veem de fora, a água tratada é algo abstrato. Existe a ideia de que técnicas vindas do governo estarão sempre apropriadas ao local, porém, se o modelo sugerido não estiver de acordo com os princípios, necessidades e capacidade de gestão dos povos que

¹⁶ A autora Amanda Martins esteve presente no Curso de Formação dos Agentes Populares de Saúde no Grande Sertão Veredas, nos anos de 2022 e 2023.

habitam o território há grandes chances de o sistema ser abandonado. Uma das mensagens repassadas durante o curso dos APS GSV, Fiocruz (2023) é que a comunidade deve participar ativamente no processo, desde a ideia inicial à implementação para evitar situações de ineficiência, pois é ela quem possui a experiência e vivência no território.

Nesse sentido, apresenta-se o conceito da pedagogia problematizadora freireana que “tem como ponto de partida a experiência existencial concreta dos alunos” (Saito, 2001, p. 128). A conversa com os alunos tem o papel de incentivá-los a manifestarem seus “interesses de estudo/investigação e vivências anteriores” (Saito, Santiago, 1998, p. 74), é em suas aspirações que se deve buscar como conteúdo educativo, desdobrando-se em desafios à medida que os/as educadores/as atuarem sobre a realidade no sentido de compreendê-la e transformá-la. O diálogo é o ponto de partida para mudar o mundo (Freire, 1988).

Logo, existem critérios e papéis que devem ser orientados pela comunidade para a efetividade do processo. A equipe Fiocruz (2023) enfatiza que ao pensar na implementação de SATs é importante definir questões que darão origem aos critérios. As perguntas provocam muito mais do que as respostas, o ato de questionar inquieta, incomoda.

Desses critérios, destacaram-se durante o evento, questões como: quem vai operar? Vai receber alguma remuneração? Quem fará a manutenção e o reparo quando necessário? Quem comprará os produtos químicos? É para funcionar durante todo o ano? Atenderá todas as comunidades ou priorizará aquelas que estão em maior vulnerabilidade? Os produtos para fazer a manutenção e tratamento da água são caros e ter a estrutura não é suficiente (Fiocruz, 2023).

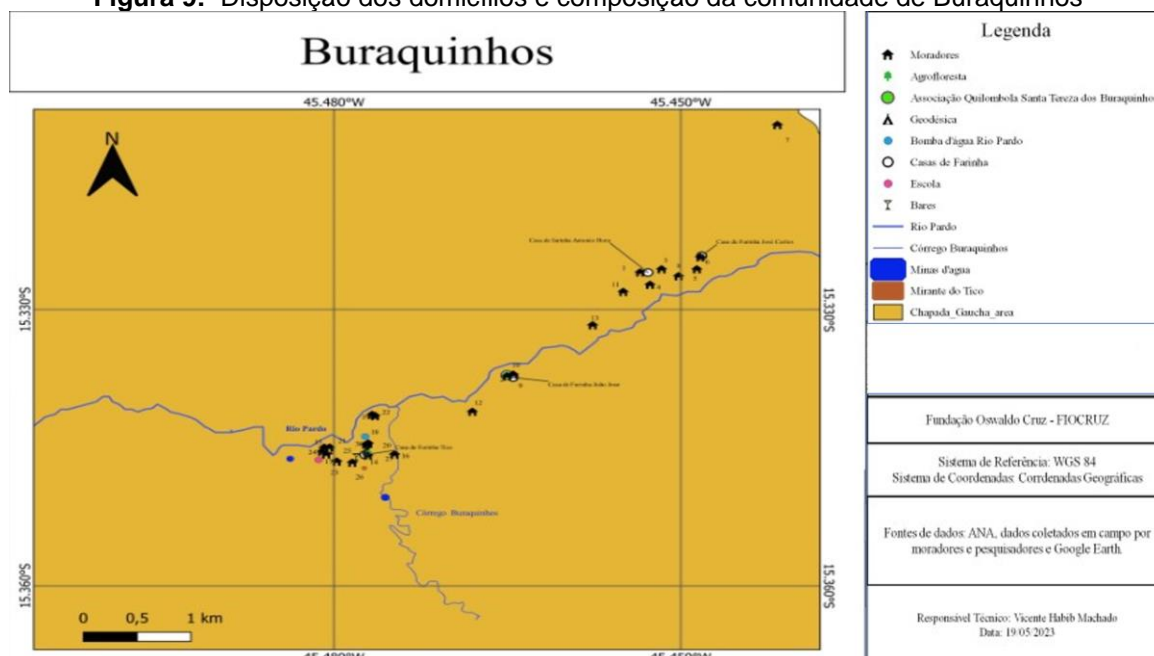
A ideia da autogestão pode tanto ser emancipatória quanto uma armadilha. O diálogo é gerador de temas a partir de conversas que busquem os interesses e vivências das comunidades. Deve-se tomar cuidado para não “cair numa [...] armadilha, de caráter liberal, em que interesses e vivências individuais somados poderiam vir a corresponder às aspirações coletivas” (Carr e Kemmis, 1986 apud Saito, 2001, p. 131). A liderança comunitária apresenta um acúmulo de informações e interações com o tema.

Um dos alunos relata sobre um processo que está em curso para atender parte da comunidade. As lideranças comunitárias fizeram um levantamento no ponto de captação de água no córrego Buraquinhos, para atender uma pequena parte da

comunidade, onde tem uma concentração de moradores, próximo da escola de Buraquinhos, onde está localizada uma bomba de água, vide figura 9. O APS diz que se fosse atender até o final da comunidade o sistema atravessaria o Rio Pardo duas vezes e disse não ter como fazer o encanamento de água dentro do mesmo, e teriam que pensar em outra maneira de distribuição (Fiocruz, 2023).

Um morador de Serra das Araras relata a existência dos núcleos de água em Buraquinhos que têm melhor qualidade que a água do Rio Pardo, sendo uma mina e uma gruta perto da escola. O problema é a distância do ponto de coleta, logo, a solução provisória seria bombear a água da mina com uma rede de distribuição (Fiocruz, 2023) (figura 9).

Figura 9: Disposição dos domicílios e composição da comunidade de Buraquinhos



Fonte: Fiocruz Brasília, responsável técnico Vicente Machado, 2022.

O projeto ficou parado por um tempo, as lideranças comunitárias chegaram a fazer ponto do GPS, o croqui e mandaram para a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). Porém, o projeto não foi implementado.

A fala do representante do NAE demonstrou que pessoas estratégicas na comunidade possuem domínio de conhecimento sobre o que é um Salta-Z¹⁷. Reconhecendo-o como um sistema de tratamento e explicando como funciona: a água do rio é bombeada, sendo adicionado sulfato de alumínio, que ajuda na

¹⁷ A definição de Salta-Z encontra-se no tópico 3.7. Nesta sessão são apresentadas a percepção da comunidade a respeito do assunto.

decantação da sujeira, processo esse que ocorre quando a água chega à uma caixa elevada. Em seguida a água passa pelo filtro com o carvão ativado e após a filtragem é adicionado o cloro, para depois ser armazenada no reservatório. A água sai do sistema disponível para as famílias buscarem, já que é uma estação centralizada, ou seja, não possuiria o encanamento que chegasse às residências, criando a necessidade de adotar-se outras barreiras sanitárias quanto ao seu manejo (Fiocruz, 2023).

Tanto o Salta-Z quanto a cisterna ficariam na escola, o primeiro não teria encanamento e as pessoas precisariam buscar água. A cisterna já existe na escola, porém sua água não tem sido utilizada por não ser de qualidade. O Salta-Z teria como fonte o Rio Pardo e a água que a comunidade iria coletar é do córrego de Buraquinhos. A estação que está em processo de construção na comunidade, é uma estação de distribuição. Tem-se a questão do tratamento na pauta, aguardando a conclusão do andamento do processo da CODEVASF (Fiocruz, 2023).

Durante o curso é destacado que o Salta-Z não é um sistema de distribuição e sim uma estação de tratamento, fornecendo a água tratada, que fica disponível no local. Caso o(s) sistema(s) escolhido(s) não tenha(m) abastecimento e distribuição para o território, é necessário pensar nas barreiras sanitárias e os cuidados requisitados para que chegue no local de consumo sem que haja contaminação (Fiocruz, 2023).

Os professores do curso dos APS GSV, Fiocruz (2023), ressaltaram a possibilidade da instalação de um sistema de bombeamento junto ao Salta-Z, para colocar algumas torneiras (chafarizes) próximas às casas. Não seria uma rede de distribuição que atende casa a casa, mas o ponto de coleta estaria mais próximo às famílias, posicionados estrategicamente no território. O tratamento pode estar integrado a um sistema de rede de distribuição com bombeamento simples, podendo atender mais pessoas da região sem gerar conflito. Ao pensar em soluções que atendam uma parte da comunidade, deve-se estar bem pactuado como deverá ser para a outra parte da comunidade.

Relembrem que os processos levam tempo, não são imediatos, as conquistas são lentas. Só se mantém mobilizado quem acredita que pode conquistar, a curto, médio ou longo prazo o desejado. A luta pela água tratada cada vez mais próxima à torneira das casas visa diminuir o desgaste do deslocamento, quanto menos

transporta-se a água, menos barreiras sanitárias e desgastes sociais o processo precisará (Fiocruz, 2023).

O NAE Recanto Veredas (2023) aponta como fator mobilizador o compartilhamento de informações na comunidade para que todos possam compreender o que querem e o que está sendo feito, pois não tem como manter-se mobilizado se não se sabe o porquê.

O tratamento e a distribuição da água não são excludentes, e sim complementares. A comunidade pode contar com várias fontes de captação, elas podem ser intermitentes, por exemplo, se um córrego secar tem outra fonte para abastecer, podendo também intercalar em períodos pré-definidos, vislumbrando que todas as famílias tenham acesso (Fiocruz, 2023).

Para dimensionar o uso da água é preciso dimensionar quantas pessoas vão ter acesso; para que a água será utilizada (consumo, higiene pessoal); e para que o que não utilizar, como para a limpeza das casas e lavar roupa, pelo custo e disponibilidade da água tratada no território. É propício considerar o destino da água para avaliar as possibilidades de reuso. A água da cisterna presente na escola pode não funcionar para o consumo, mas seja útil para manutenção e higienização do ambiente.

Outros questionamentos abordados são sobre quais limites que a comunidade tem de gerenciar sozinha um SAT, qual a capacidade que ela tem, por exemplo, de fazer parceria com a prefeitura. Essa trajetória deve dialogar com a prefeitura sobre qual é o plano de saneamento municipal - e como não tem, é imprescindível que haja a cobrança da comunidade para colocar o plano de saneamento de Buraquinhos como demanda de urgência, tendo a escola como espaço de atores sociais para iniciar essa discussão visando a conquista desse direito (Fiocruz, 2023).

A equipe da Fiocruz (2023) acrescenta que na busca para melhorar o acesso à água, cada solução tem suas qualidades. A cisterna é imediata, se colocar a cisterna na escola para funcionar, ela poderá atender a comunidade para determinados usos, além de ser um espaço estratégico para manter a luta por direitos.

A educação libertadora, conhecida pelas obras de Paulo Freire, é um processo que deve permitir aqueles que buscam conhecimento “não só a objetividade em que estão, mas a consciência que tenham desta objetividade; os vários níveis de percepção de si mesmos e do mundo em que e com que estão” (Freire, 1988, p. 86). É a situação do presente que deve refletir “o conjunto de aspirações do povo”, que dá

a brecha para a “organizar o conteúdo programático da educação ou ação política.” (Freire, 1988, p. 86).

A escola também tem o potencial de usar a educação como forma libertadora para criação e transformação de ideais, além de poderem colocar em prática os costumes tradicionais que incentivem a juventude a manter-se ligada na luta histórica de suas origens. Por exemplo, a escola pode ser palco para a construção de uma horta medicinal, que utilize água de reuso e possa estar integrada com aulas voltadas para a agricultura.

Os professores ressaltam que um Salta-Z, assim como outros projetos de Sistemas Alternativos de Tratamento podem ser construídos em um período curto, quando há mobilização e organização o contrário também acontece. É no momento da mobilização que os critérios devem ser estruturados. Caso seja para ter o Salta-Z, que seja com bombas de distribuição. Pois estruturalmente em comunidades tradicionais, a tarefa de carregar a água recai sobre a mulher, caracterizando-se como um problema socioambiental (Fiocruz, 2023).

Os imprevistos acontecem, é a construção coletiva que ajuda a manter-se no caminho escolhido apesar das eventuais dificuldades. Os processos dos encontros com as comunidades colaboram para se sustentar os caminhos escolhidos e saber quando é a hora de mudar (Fiocruz, 2023).

Outra informação valiosa posta na discussão pela liderança comunitária de Buraquinhos é com quem pretendem seguir esse caminho: a prefeitura, com apoio de Centros de Referência em Assistência Social (CRAS) e demais instituições do poder público. Manter-se mobilizado é considerado para eles como “não desistir da ideia, não sossegar” (Fiocruz, 2023). As lideranças comunitárias incentivam os demais a continuarem a mobilização, identificando as necessidades como coletivas e unindo-se para lutar por seus direitos.

Quando questionados sobre o incentivo para manterem-se mobilizados, o que mantém a comunidade ligada à luta pela água, um dos moradores afirma que é provocar a discussão, ir às casas das pessoas para conversar, tentar fazer enxergarem os problemas e como eles interferem na vida do coletivo, insistir, convidar para participar de reuniões, eventos, instigando-os a questionar; é cobrar, é cutucar, discutir, provocar para tentar despertar o interesse da coletividade a buscar uma solução (Fiocruz, 2023).

O corpo docente (equipe Fiocruz, 2023) explica três situações comuns de acontecerem quando a comunidade vai discutir com o governo: (1) a comunidade apresenta a necessidade sem que haja uma conversa prévia entre eles, deixando-os passivos ao processo, para aceitarem o que for dito de cima para baixo, como ordem de comando; (2) quando a comunidade apresenta as questões, e tem algumas lideranças que fazem pergunta aos “técnicos”, que por sua vez vão desviando as respostas; e (3) quando a comunidade conversa sobre suas pautas com o mapa em mãos, tornando-o um “mapa falante”, que dialoga com os problemas, possíveis soluções dimensionadas com o território, instigando perguntas, critérios e ao reunir-se com a governo a comunidade já não é como uma liderança separada e sim como coletivo, mantendo-se ativos no processo.

A Fiocruz (PSAT, 2023) construiu junto à comunidade um mapa do local atualizado em 2023 e disponibilizou uma versão impressa em tecido (figura 10), exposto na Geodésica¹⁸, possibilitando seu manuseio para a construção de uma tecnologia social integradora da investigação-ação, o empoderamento e a pedagogia problematizadora freireana, permitindo redirecionar constantemente a ação social e a organização comunitária na perspectiva emancipatória (Saito, 2001).

Figura 10: Apresentação dos mapas na Geodésica de Serra das Araras.



Fonte: PSAT, Fiocruz, 2023

O magistério acrescenta que o mapa dura ao longo dos anos, se torna instrumento de apresentação, assim como um “*PowerPoint*”, o mapa tem o poder dinâmico e representativo, devem ser expostos e discutidos em reuniões sobre o território, estimulando as comunidades a fazerem questionamentos de forma coletiva,

¹⁸ Geodésica Sertaneja é uma tecnologia social, espaço de formação, exercício comunitário e receptivo turístico local com a devida apropriação do saber coletivo, do Instituto Rosáceas (2019).

além de evidenciar critérios e cuidados que se deve ter com a comunidade (Fiocruz, 2023).

Soluções provisórias não excluem as definitivas, mesmo que não sejam a melhor solução final, podem ser de grande ajuda nos momentos de necessidade, além de manter as pessoas mobilizadas. Criar soluções ajuda a “manter-se no caminho”, elas não podem ser vistas como ponto final, mas sim como uma semente que dará origem a outras (Fiocruz, 2023).

Ao final do curso, o corpo docente (Fiocruz, 2023) destacou três soluções para a melhoria da condição da água para Buraquinhos, conforme a temporalidade das soluções e condições de uso da água: (1) cisterna, imediata e restrita; (2) a rede de distribuição/bombeamento da água, o uso é restrito, mas apresenta uma temporalidade que a comunidade já domina; (3) o Salta-Z, que precisaria ser readequada à temporalidade.

Nesse contexto, a temporalidade diz respeito a manter discussão com respostas permanentes, continuar na luta por seus direitos mesmo com as soluções já implementadas, é a discussão da água estar presente e mobilizando para estabelecer formas de continuidade, afinal, a vigilância da qualidade da água deve ser contínua (Fiocruz, 2023).

Pensar em soluções como o Salta-Z, as redes de distribuição/bombeamento da água, e a cisterna são fundamentais e precisam ser pensadas considerando o território e a sustentabilidade das soluções. Para essa construção, existem parâmetros que serão abordados nas próximas sessões.

3.6. Sistemas de tratamento de Esgoto

O esgoto é uma mistura complexa de águas residuais provenientes de atividades domésticas, industriais e comerciais, conforme descrito pela NBR 9648 (ABNT, 1986). Esses usos alteram as características naturais da água, introduzindo várias impurezas que prejudicam o meio ambiente à saúde de seres humanos e de animais, podendo em alguns casos, atuar como agente veiculador de doenças.

As definições de saúde, saneamento e meio ambiente estão intimamente ligadas. O esgoto é um dos resíduos poluidores que deve ser controlado pelo saneamento para prevenir ou minimizar os efeitos negativos sobre a saúde, o ambiente e o desenvolvimento econômico e social de uma localidade. Portanto, o afastamento seguro, tratamento e disposição final dos esgotos, assegura a qualidade de um meio (FUNASA, 2019).

O esgoto doméstico constitui a parcela de despejo líquido resultante do uso da água para higiene pessoal e necessidades fisiológicas, em residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações equipadas com banheiros, lavanderias, cozinhas, ou outro dispositivo que utiliza a água para fins domésticos. De forma que os diversos componentes presentes alteram as características físicas, químicas e biológicas, dessa água de reuso (Quadro 2).

Quadro 2: Características físicas, químicas e biológicas do esgoto domésticos

Características do Esgoto Doméstico	Descrição
Físicas	
Cor	Varia de cinza a marrom devido à matéria orgânica e sólida em suspensão.
Odor	Característico do efluente, podendo ser desagradável.
Temperatura	Próximo à temperatura ambiente.
Químicas	
pH	Geralmente de neutro a ácido (pH 6-8).
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Elevada, devido à matéria orgânica presente.
Demanda Química de Oxigênio (DBQ)	Alta, e diminui a presença de substâncias orgânicas.

Concentração de Nitrogênio	Se apresenta na forma de amônia
Concentração de Fósforo	Se apresenta na forma de fosfato
Biológica	
Presença de Microrganismos	Bactérias, vírus, protozoários, etc.
Potencial para Veiculação de Doenças	Alto, devido à presença de patógenos.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Essas características desempenham um papel essencial na elaboração de projetos de tratamento, sistemas de coleta, bem como na promoção da saúde pública e da preservação ambiental (Metcalf; Eddy, 2016). As características físicas estão relacionadas ao tamanho e ao estado das impurezas, as químicas as substâncias orgânicas e inorgânicas. E por fim, as características biológicas, referem-se à presença de microrganismos, que podem ser patogênicos. A remoção desses contaminantes, podem tornar esse efluente em fontes renováveis e recuperáveis de energia, bem como um recurso de água reutilizável (Tchobanoglous, 2011).

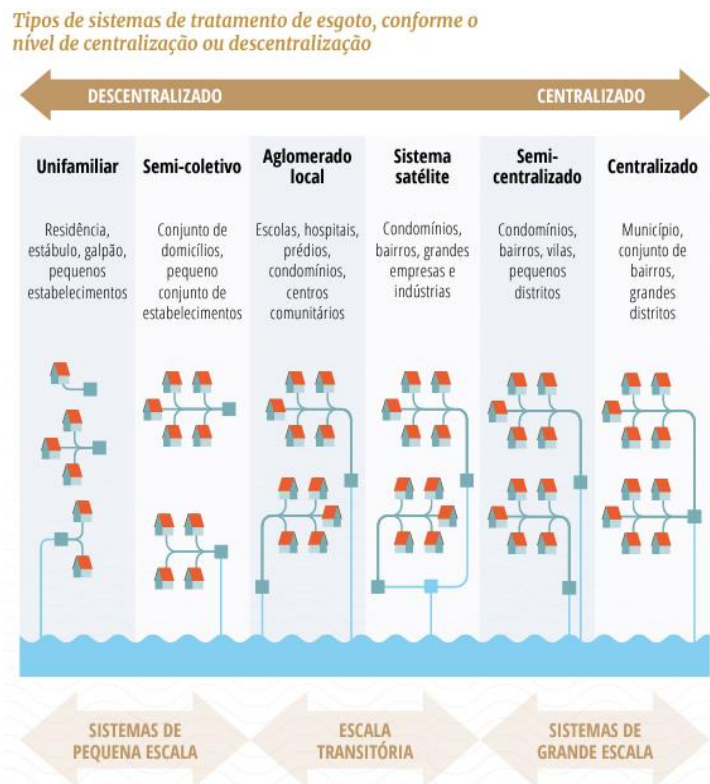
Dessa forma, foram projetadas estações de tratamento de esgoto (ETE), para coletar os efluentes domésticos, remover os poluentes específicos presentes, permitindo assim, que estas retornem a um corpo d'água sem prejudicar sua qualidade, e contribuindo para o abastecimento seguro de água e o tratamento de resíduos (Metcalf; Eddy, 2016). Os sistemas de tratamento de esgoto podem ser centralizados ou descentralizados.

As redes de coleta, de acordo com Von Sperling (2005), são identificadas duas categorias fundamentais em sistemas de coleta de esgoto: o sistema coletivo/dinâmico, caracterizado pela utilização de uma rede de tubulações que direciona os esgotos para longe das residências, centralizando o tratamento em grandes estações; e o sistema individual/estático, nenhuma solução individual é aplicada no local ou para um pequeno conjunto de residências.

Nos serviços de esgotamento sanitário coletivos, o tratamento de esgotos é centralizado e focado na universalização dos serviços. De modo que os sistemas descentralizados são aqueles que coletam, tratam e fazem a

disposição final ou reuso do efluente, em local próximo à sua geração (Libralato; Ghirardini; Avezzù, 2011) (figura 11).

Figura 11: Sistemas de Tratamento de esgoto



Fonte: Tonetti *et al*, 2018 – Adaptado de Bueno 2017

Nos sistemas unifamiliares (individuais), o projeto visa atender a uma única família que reside em um ou dois domicílios próximos. Já os sistemas semicoletivos, são dimensionados para tratar o esgoto de pequenos agrupamentos de casas ou de espaços usados para comércio ou serviços, como vilas, igrejas, escolas pequenas, mercearias, comércios e galpões rurais (Tonetti *et al*. 2018).

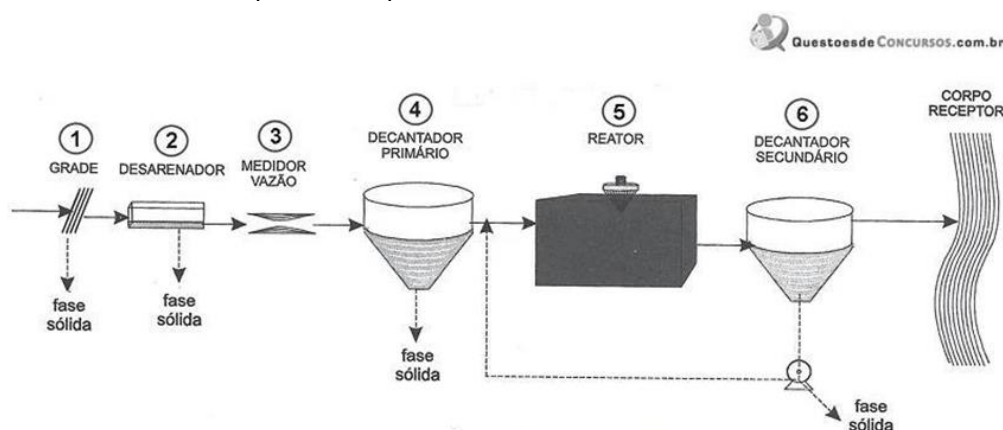
3.6.1. Estação de Tratamento de Esgoto Convencional

Os sistemas coletivos podem ser separados em sistema separador absoluto, sistema unitário ou combinado, e sistema separador parcial ou misto. No sistema separador absoluto, os esgotos sanitários e as águas de infiltração são mantidos separados das águas pluviais. Dessa forma, as águas pluviais são direcionadas por canalizações de drenagem independentes e distintas dos esgotos. No sistema unitário, tanto os esgotos sanitários quanto as águas

pluviais são canalizados por uma única canalização. Por fim, no sistema de esgotamento separador parcial, a fração das águas pluviais, originada de telhados e pátios residenciais, é transportada junto com o esgoto e as águas de infiltração para um único sistema de coleta de esgoto (SNS, 2021).

Considera-se um sistema de esgotamento sanitário como ideal, aquele em que há uma rede de coleta que encaminhe o esgoto para uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), que disponha o tratamento adequado para descarte do efluente (esgoto tratado) em corpo receptor (Metcalf; Eddy, 2016). Uma ETE convencional é geralmente composta por diversas unidades que empregam diferentes processos de tratamento, os quais podem abranger até quatro níveis de tratamento (SNS, 2019) ou mais (figura 12).

Figura 12: Fluxograma genérico de tratamento de esgoto sanitário com níveis de tratamento: preliminar, primário, secundário e terciário.



Fonte: DESA/UFMG, 2005 p.261 Adaptado

Cada ETE compreende três etapas principais: tratamento preliminar, tratamento primário e tratamento secundário. Dependendo da exigência do corpo receptor, pode ser necessário realizar o tratamento terciário, especialmente se houver uma finalidade de reutilização da água tratada. Cada uma dessas etapas tem como objetivo a remoção de um tipo específico de material, resultando na geração de diferentes tipos de resíduos, os quais devem ser especificamente destinados (Metcalf; Eddy, 2016).

A figura 12 já apresentada ilustra o processo de tratamento preliminar, que consiste na remoção inicial de sólidos grosseiros, como areia, detritos minerais e pequenos animais. Esse processo utiliza grades e desarenadores para realizar a remoção. No tratamento primário, o foco é na remoção de sólidos

em suspensão, sedimentáveis e flutuantes, utilizando decantadores (Campos, 1994). Os sólidos sedimentados no fundo dos decantadores, conhecidos como lodos primários, são separados e direcionados para outras unidades de tratamento para uma disposição final adequada. O efluente resultante é então direcionado para a próxima etapa, denominada tratamento secundário (Chericharo *et al.*, 2001).

A etapa secundária desempenha um papel central na eliminação da carga orgânica por meio do processo biológico. Nesse estágio, bactérias e outros microrganismos consomem matéria orgânica, promovendo sua remoção do esgoto por meio da autodepuração. Esse processo resulta na formação de uma fração de sólidos conhecida como lodo secundário. Posteriormente, uma etapa terciária é aplicada para a remoção de substâncias específicas, que podem não ter sido completamente eliminadas nas fases anteriores, tais como metais, nitrogênio, fósforo, ou para fins de desinfecção (Oliveira, 2004) (Tabela 2).

Tabela 2: Processos de tratamento de água residuária

Nível de tratamento	Finalidade	Tecnologia de tratamento
Preliminar	Grande remoção de partículas sólidas, como trapos, paus, materiais flutuantes, areia e gorduras.	Peneiramento; decantação
Primário	Remove sólidos suspensos e uma porção da matéria orgânica.	Peneiramento; sedimentação
Secundário	Tratamento biológico e remoção de poluentes orgânicos biodegradáveis.	Percolação ou filtro biológico percolador, lodos ativados, Tratamento anaeróbio, lagoa de estabilização/oxidação.
Terciário ou Avançado	Remoção dos sólidos residuais em suspensão e poluentes específicos, tais como nitrogênio ou fósforo, cor, odor e etc. A desinfecção e a remoção de nutrientes são frequentemente incluídas.	Filtro de areia; biorreator com membrana; osmose reversa; tratamento de ozônio; coagulação química; carvão ativado.

Fonte: Wu *et al.* (2009).

Como destacado, o objetivo de uma ETE é remover a maior parte do material sólido da água, permitindo seu retorno à natureza em condições mais limpas e em conformidade com os padrões de qualidade e lançamento de efluentes, estabelecidos pela legislação (CONAMA 357, 2005; CONAMA 430, 2011). Uma ferramenta crucial para avaliar o grau de impurezas, essencial para o dimensionamento da ETE e aferição de sua eficiência, é a quantidade de matéria orgânica presente no esgoto, indicada pelo parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) (SNS, 2021).

Von Sperling (2005) aponta que, 99.9% do esgoto doméstico é constituído de água, entre os outros 0,1% estão inclusos sólidos orgânicos e inorgânicos que podem estar tanto na forma suspensa como na dissolvida, e, entre os principais parâmetros relativos aos esgotos domésticos, estão o nitrogênio e o fósforo.

No processo de tratamento do esgoto, o objetivo primordial é estabilizar a matéria orgânica presente. Nesse contexto, é importante notar que quanto maior a DBO, maior é o grau de poluição. Contudo, à medida que ocorre a estabilização da matéria orgânica, o DBO apresenta uma redução significativa. Assim, as opções de manipulação biológica que empregam processos aeróbicos e/ou anaeróbicos desempenham um papel crucial na redução da concentração de concentração do nitrogênio e fósforo, bem como na remoção de compostos específicos e patógenos veiculados pela água (Chernicharo, 1997) (tabela 3).

Tabela 3: Mecanismos de remoção de poluentes no SAC

MECANISMO DE REMOÇÃO	
Matéria orgânica	Degradação biológica
Nitrogênio	Amonização, nitrificação, desnitrificação e incorporação na biomassa das plantas
Fósforo	Sorção, precipitação e incorporação na biomassa das plantas
Patógenos	Sedimentação, filtração, competição e predação pelos protozoários

Fonte: Dotro *et al.* (2017).

Há uma gama ampla de alternativas de tratamentos, a depender da característica e finalidades que se deseja alcançar, como apresentado no quadro 3 abaixo. Mas para determinar o processo de tratamento do esgoto é necessário considerar o nível de eficiência desejado.

Quadro 3: Algumas alternativas de degradação biológica para tratamento de esgoto

Tipo	Processo Predominante
Disposição no solo	Aeróbio e Anaeróbio
Lagoa facultativa	Aeróbio e Anaeróbio
Sistemas de lagoas tipo australiano	Aeróbio e Anaeróbio
Lagoa aerada + Lagoa de sedimentação	Aeróbio e Anaeróbio
Lodos ativados convencional	Aeróbio
Lodos ativados (mistura completa)	Aeróbio
Valo de oxidação	Aeróbio
Lodos ativados em reator do tipo batelada (<i>batch</i>)	Aeróbio
Poço profundo aerado (" <i>Deep Shaft</i> ")	Aeróbio
Filtro biológico aeróbio	Aeróbio
Filtro anaeróbio	Anaeróbio
Tanque séptico + Filtro anaeróbio	Anaeróbio
Reator anaeróbio de manta de lodo	Anaeróbio
Reator anaeróbio compartimentado (com chicanas)	Anaeróbio
Reator anaeróbio de leito fluidificado	Anaeróbio
Reator aeróbio de leito fluidificado	Aeróbio

Fonte: Campos (1994).

Ao considerar o processo de tratamento de esgoto, é essencial avaliar a área disponível para sua instalação, os custos associados, a complexidade da implementação e operação de cada método, bem como as condições ambientais relacionadas à localização da unidade. Além disso, é importante levar em conta a produção e disponibilidade de lodos, juntamente com a necessidade de utilização de produtos específicos (SNS, 2021).

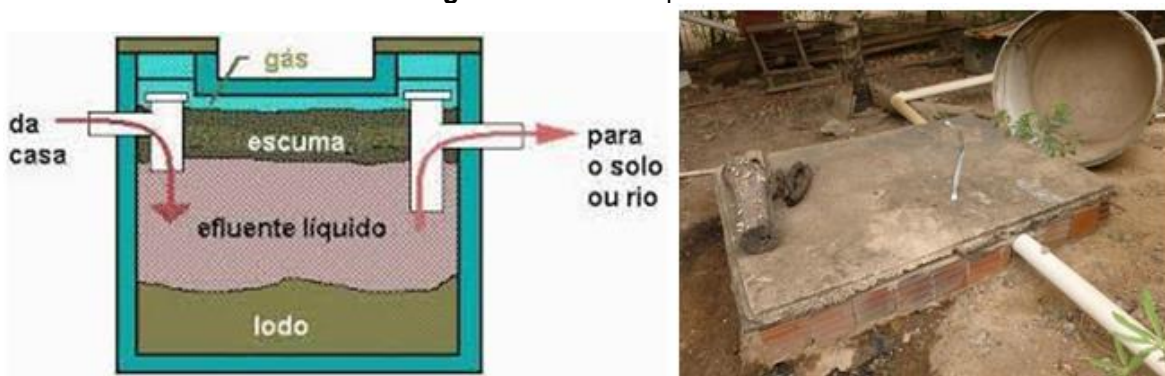
Dentre as alternativas apresentadas no Quadro 3, as que têm recebido maior destaque em ETEs no Brasil são os sistemas de lagoas, lodos ativados, filtro biológico aeróbio e reator anaeróbio de manta de lodo. Outras técnicas como a utilização de membranas, também são uma alternativa, contudo ainda não são muito difundidas (Xing *et al.*, 2000). A seguir, são descritos alguns dos principais sistemas de tratamento de esgoto sanitário.

As principais tecnologias existentes, dentre os sistemas de tratamento de esgoto sanitário, são: Fossas Sépticas, Fossas Sépticas seguidas de Filtro Anaeróbico, Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (UASB), Lodo Ativado Convencional, Lodo Ativado com Aeração Prolongada, Reator UASB seguido de Reatores Biológicos, Lagoa Facultativa seguida de Lagoa de Estabilização, Lagoa Aerada seguida de Lagoa de Decantação e Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa (SNS, 2019).

- **Fossa Séptica:** é uma unidade de tratamento que consiste em um tanque enterrado, que recebe o esgoto, retém a parte sólida e inicia o processo biológico de purificação do efluente líquido, de forma que esses efluentes sejam filtrados no solo para completar o processo biológico de purificação e eliminar o

risco de contaminação. Para essa infiltração, utilizam-se sumidouros ou valas de infiltração (SNS, 2019), como se observa na figura 13.

Figura 13: Fossa Séptica



Fonte: Couto (2004).

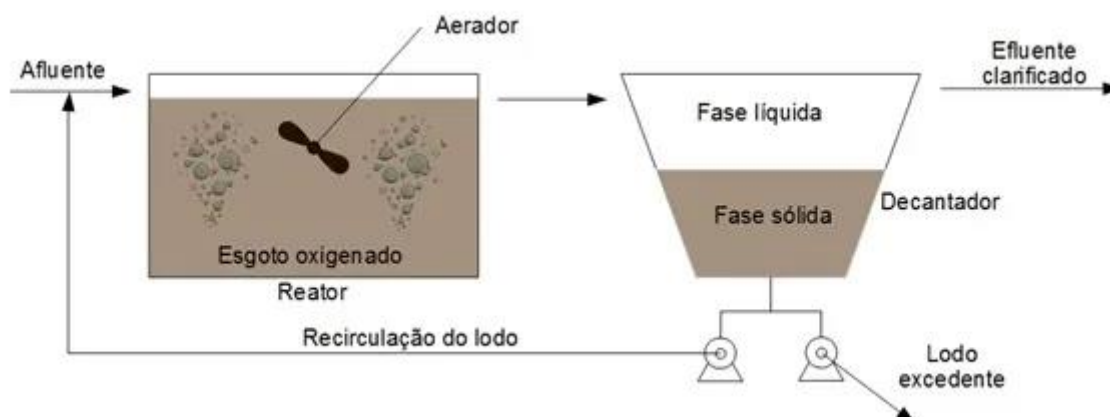
- **Lodo Ativado:** refere-se à comunidade de microrganismos, como bactérias, algas, fungos e protozoários, que se desenvolvem no meio e consomem a matéria orgânica. Esse lodo, a parte sólida do tratamento, passa por um processo físico no reator de tanque de aeração, onde são condicionantes as condições ideais para o crescimento dessa biomassa. Essa comunidade é capaz de degradar a matéria orgânica presente no esgoto bruto. A concentração de biomassa no reator é mantida pela recirculação do lodo decantado para o tanque de aeração. O excesso de lodo ativado é direcionado para estabilização em digestores anaeróbios, enquanto os decantadores secundários separam o efluente líquido, para que este seja devolvido para corpos receptores (SNS, 2021), ou para reutilização em atividades não potáveis, como podemos ver nas figuras 14 e 15.

Figura 14: Lodo Ativado



Fonte: internet ¹⁹

Figura 15: Lodo Ativado



Fonte: internet ²⁰

- **Lagoas de Estabilização:** sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica e/ou redução fotossintética das algas. É um processo que tem sido largamente utilizado no país, devido aos seus baixos custos de implantação, operação e manutenção (SNS, 2021).

Convencionalmente, um sistema de lagoas é composto por uma célula anaeróbia, uma facultativa e uma de polimento/maturação. O termo "facultativo" refere-se à combinação de condições aeróbias (com oxigenação) e anaeróbias (sem oxigenação). Nessa lagoa, as condições aeróbias são mantidas nas camadas superiores da água, enquanto as condições anaeróbias predominam nas camadas próximas ao fundo, onde ocorrem características típicas da fermentação anaeróbia. A camada distribuída entre essas duas zonas é chamada de facultativa, onde predominam os processos de oxigenação aeróbia e fotossintética (Metcalf; Eddy, 2016).

Lagoa Anaeróbia: são lagoas profundas projetadas para reduzir a penetração de luz nas camadas inferiores da água. Possuem uma carga significativa de matéria orgânica, levando a um consumo de oxigênio várias vezes maior que a produção. Nessa abordagem, as moléculas da matéria orgânica são inicialmente quebradas e transformadas em estruturas mais simples. Na segunda fase, a matéria orgânica resultante é convertida em metano, gás carbônico e água (Mattos, 2005).

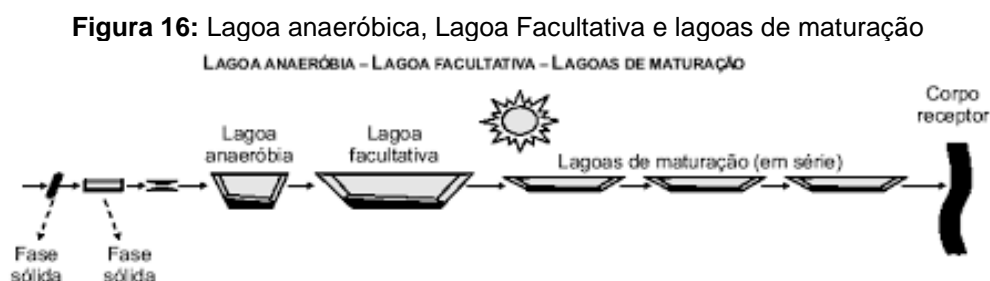
¹⁹ <https://nutrenzi.com.br/es/lodos-ativados-o-que-e-como-funciona-e-suas-modalidades/>

²⁰ <https://www.logicambiental.com.br/lodo-ativado/>

Lagoa de Maturação: Essas lagoas têm como objetivo principal a desinfecção do efluente proveniente das lagoas de estabilização. Com uma profundidade de cerca de 1,0 metro, permitindo uma exposição eficaz aos raios ultravioleta, atingindo todos os organismos presentes na coluna d'água (Fonseca, 2005).

Lagoa Aerada: este processo guarda semelhanças com a lagoa facultativa, mas requer a introdução de oxigênio por meio de aeradores. Pode atingir profundidades de até 4,0 metros. A aeração é essencial para manter os sólidos em suspensão e separados do líquido. Frequentemente, essas lagoas são seguidas por lagoas de decantação para remover esses sólidos (Santos, 2010).

Embora parte do oxigênio necessário para manter as camadas superiores aeróbias seja fornecido pelo ambiente externo, a maior parte vem da fotossíntese das algas que crescem naturalmente nesses ambientes, com grandes quantidades de nutrientes e luz solar. As bactérias que vivem nas lagoas utilizam o oxigênio produzido pelas algas para oxidar a matéria orgânica, e como produto final desse processo, há o gás carbônico, que é utilizado pelas algas na sua fotossíntese, figura16 (Metcalf; Eddy, 2016).



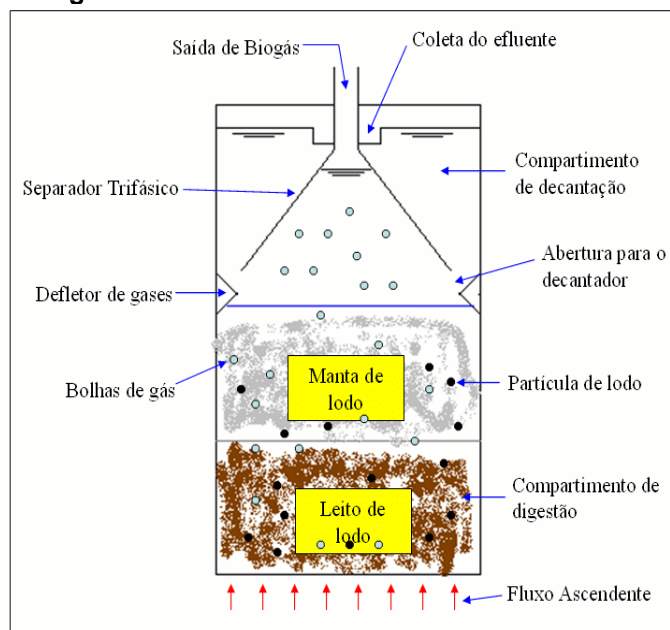
Fonte: modificado de Gonçalves (2003)

Por se tratar de um sistema natural, a combinação desses processos depende muito da composição do efluente, a quantidade de carga orgânica, condições climáticas, a topografia do local e a área disponível para implementação são todos os elementos críticos que afetam a eficiência do tratamento.

- **RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente):** Se trata de um tratamento biológico anaeróbio que funciona de forma semelhante ao lodo ativado, no qual a decomposição da matéria orgânica é feita por microrganismos na ausência de oxigênio. Ele é conhecido também por reator anaeróbio de manta

de lodo ou pela sigla UASB (do inglês *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). Neste sistema, o esgoto entra pela parte inferior em fluxo ascendente e passa através de uma camada de lodo que atua como uma espécie de filtro, sendo consumido por organismos anaeróbios, ou seja, sem necessidade de oxigênio (Pierotti, 2007).

Figura 17: Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente

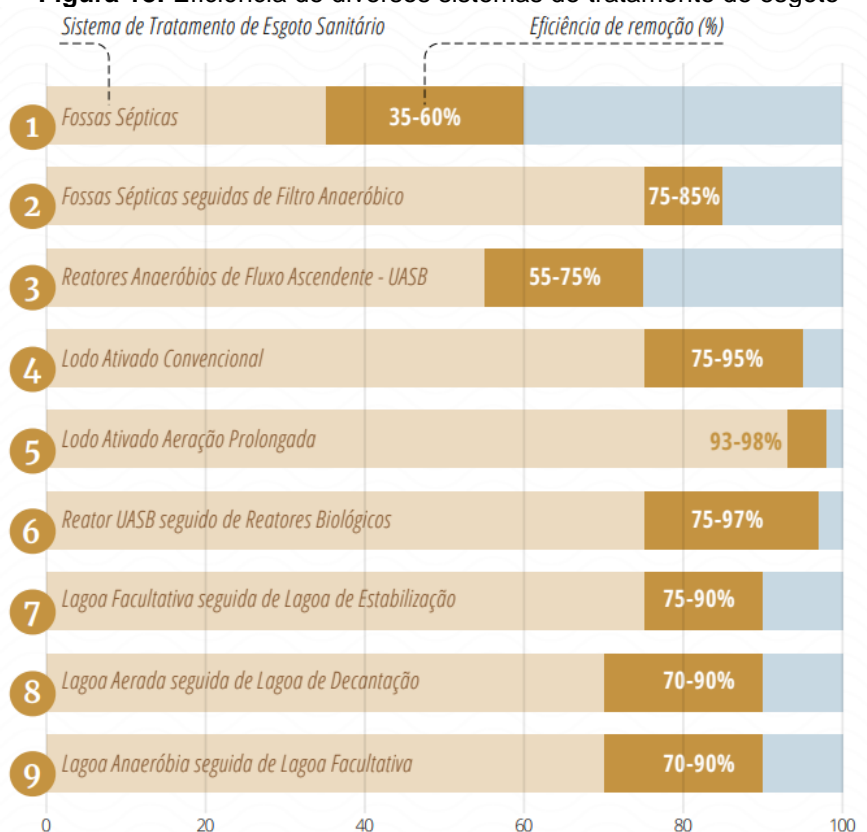


Fonte: internet²¹

No Brasil, o nível de tratamento predominantemente é o secundário, associado ao uso da tecnologia das lagoas de estabilização, que apresentam um alto potencial de remoção de patógenos (lagoas de maturação) e matéria orgânica (lagoas facultativas). No entanto, esse método demonstra pouca eficiência na eliminação de nutrientes, sais e compostos orgânicos (Ferreira *et al.*, 2020). Portanto, a escolha do sistema de tratamento depende do grau de eficiência desejado, das diversas opções possíveis e da destinação final do efluente.

Na próxima seção são apresentadas as especificações técnicas e características dos sistemas centralizados convencionais que foram apresentados nesta seção (Figura 18).

²¹ https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-Desenho-esquemático-de-um-reator-UASB_fig1_319163514

Figura 18: Eficiência de diversos sistemas de tratamento de esgoto

Fonte: Von Sperling (2005) - Adaptado de Bueno 2017.

3.6.2. Sistemas Alternativos de Tratamento (SAT) de esgoto

A necessidade de estabelecer uma abordagem descentralizada tem sido observada globalmente como uma estratégia para melhorar os índices relacionados à prestação de serviços de esgotamento sanitário. Isso possibilita soluções intermediárias e complementares, capazes de garantir uma maior sustentabilidade sanitária e ambiental em áreas urbanas desprovidas desse serviço (Santos *et al.*, 2019).

Alguns autores categorizam os sistemas como centralizados ou descentralizados com base no número de habitantes atendidos, na carga orgânica de esgoto e/ou no volume diário gerado (Libralato; Ghirardini; Avezzù, 2012). Contudo, no Brasil, atualmente, os modelos descentralizados estão surgindo como alternativas para aprimorar o acesso às redes coletoras de esgoto, bem como para o tratamento e descarte adequado dos efluentes em comunidades rurais e isoladas (Tonetti *et al.*, 2018).

Uma distinção significativa em relação aos tratamentos centralizados é a segregação do esgoto doméstico em duas frações distintas, que geralmente tratadas separadamente: as águas cinzas (originadas de pias, tanques, máquinas de lavar roupa e chuveiros) e as águas do vaso sanitário (também conhecidas como águas negras) (Tonetti *et al.*, 2018). As águas cinzas podem apresentar variações consideráveis em sua composição e potencial contaminante, sendo suas características fortemente influenciadas pelo comportamento do usuário, pelos equipamentos utilizados, produtos químicos envolvidos, variando conforme o local de produção, fatores sociais e econômicos (Jefferson; Jeffrey, 2013).

Normalmente, não é necessário empregar uma unidade de tratamento preliminar, como caixas de areia e grades, desde que não ocorra o descarte de objetos indesejáveis na rede coletora, que possam resultar em obstrução dos sistemas e tubulações. Em sistemas unifamiliares, devido à curta distância entre a residência e o sistema de tratamento, a utilização de grades e peneiras para a remoção de sólidos grosseiros se torna inviável, uma vez que poderia levar à retenção de fezes e restos de alimentos. Isso aumentaria a necessidade de manutenção, causaria odores atrativos e poderia atrair animais vetores de doenças (Tonetti *et al.*, 2018).

Em sistemas semicoletivos, que atendem a um número maior de domicílios interligados por uma pequena rede local de coleta de esgoto (tubulações mais extensas), é indicado a instalação de grades e uma caixa de areia para o pré-tratamento do esgoto, antes do início da primeira unidade de tratamento escolhido. A unidade que deve ser obrigatoriamente instalada, tanto no sistema unifamiliar quanto semicoletivo, é a caixa de gordura. Ela deve receber as águas cinzas provenientes da cozinha, evitando o acúmulo de placas de gordura e sólidos nas tubulações, que prejudiquem o funcionamento das próximas unidades do sistema (Tonetti *et al.*, 2018).

Em relação às tecnologias utilizadas, elas são bastante diversas em relação às utilizadas em sistemas centralizados. Comumente, o tanque séptico é utilizado como tratamento primário e secundário, pois, além de remover os sólidos sedimentáveis e flotáveis (que boiam ou flutuam), inicia a degradação biológica da matéria orgânica particulada presente no esgoto. Existem também

opções de sistemas que dispensam o uso de tanques sépticos, como as fossas verdes, a fossa séptica biodigestora e os reatores anaeróbios compartimentados. No tratamento secundário, para a degradação biológica da matéria orgânica, são usados filtros anaeróbios, sistemas alagados construídos (SAC), vermifiltros e filtros de areia (Tonetti *et al.*, 2018).

O livro "Tratamento de Esgotos Domésticos em Comunidades Isoladas: Referencial para Escolha de Soluções" (Tonetti *et al.*, 2018), discorre que o tratamento terciário exige maior complexidade operacional, instalação de outras unidades e maior consumo de energia, tornando-se técnico e financeiramente inviável para determinadas localidades isoladas. Em alguns casos, sistemas combinados podem degradar boa parte dos nutrientes do esgoto, mas para que ocorram de forma eficiente, o sistema deve ser dimensionado e manejado corretamente (Tonetti *et al.*, 2018).

Nas próximas subseções são apresentadas as tecnologias selecionadas para o tratamento de esgotos em comunidades isoladas. As escolhas foram baseadas nas opções disponíveis no Manual de Saneamento elaborado pela Funasa (FUNASA, 2015), nas normas técnicas da ABNT (ABNT, 1993 e 1997), e em resultados de pesquisas contendo modelos novos ou modificados, com uma aplicação prática em comunidades isoladas e rurais.

3.6.3. Sistemas Alagados Construídos (SAC)

São conhecidos como zonas de raízes ou *wetlands*, representam ecossistemas aquáticos artificiais nos quais o solo está saturado ou inundado, proporcionando condições ideais para processos biogeoquímicos eficientes na remoção de compostos orgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão (Kadlec; Wallace, 2009). Os SACs baseiam-se em processos naturais, como filtração física, adsorção química, contribuição biológica e transformação microbiológica.

A água que flui é gradualmente purificada à medida que entra em contato com o solo, as plantas e os microrganismos presentes no sistema (Gajewska *et al.*, 2020; Bigambo; Mayo, 2005; Borges *et al.*, 2009; Arantes, 2020). Possui valas revestidas e paredes de fundo impermeabilizados, presença de plantas aquáticas ou macrófitas, e podem utilizar materiais particulados como areia, brita

ou seixo como suporte para o crescimento de plantas e microrganismos (Tonetti et al., 2018).

O princípio fundamental do SAC é a formação de biofilme sobre o substrato e nas raízes das plantas, atuando como meio filtrante para a imobilização de microrganismos no sistema e destruição de poluentes (Philippi; Sezerino, 2004; Sezerino *et al.*, 2007). Existem diversas variações e configurações de SAC, que dependem das características construtivas, fixação da vegetação, substrato, hidrologia do sistema e direção do fluxo do efluente (Vymazal, 2010) (Figuras 19 e 20).

Figura 19: Esquema do Biofilme



Fonte: internet²²

Figura 20: Biofilme



Fonte: internet²³

²² https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Representacao-em-profundidade-do-wetland-construido-de-escoamento-subsuperficial_fig3_281341178

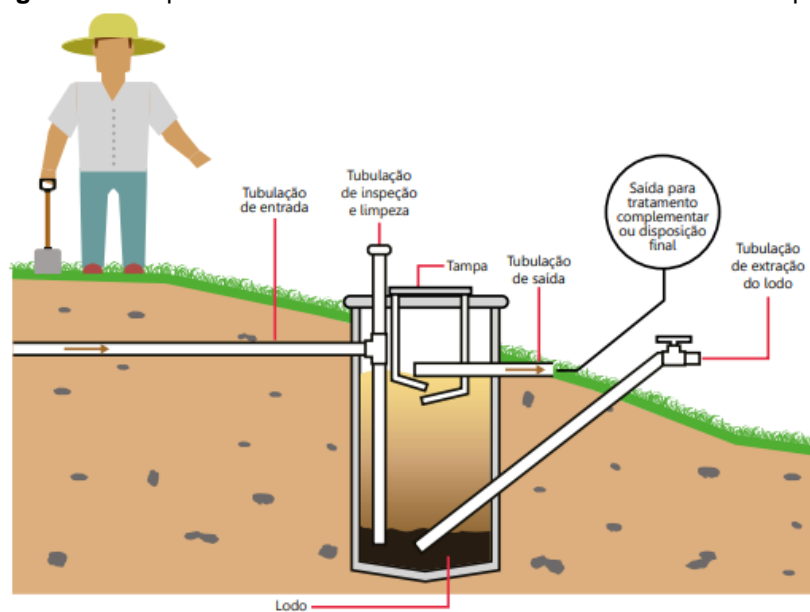
²³ <https://seama.es.gov.br/Media/Seama/Documentos/Pr%C3%AAmio%20Ecologia/vencedores%202017/Pesquisa%20Gradua%C3%A7%C3%A3o%201%C2%BA%20Lugar.pdf>

3.6.4. Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (RAFA) Compacto

Funciona da mesma forma que ocorre no RAFA de uma ETE convencional. O esgoto entra pela parte inferior do reator, percorrendo internamente a unidade até sair no topo. No interior do reator, forma-se uma "manta de lodo", composta por microrganismos que decompõem a matéria orgânica na ausência de oxigênio (degradação anaeróbia). No topo do reator, podem ser adicionadas placas para separar o líquido dos materiais sólidos e do biogás formado naturalmente pelo processo (Tonetti *et al.*, 2018).

O reator é composto por três partes distintas dentro de uma coluna de sedimentação (figura 21): (1) uma zona de destruição da matéria orgânica, (2) uma zona de sedimentação e, na parte superior, (3) uma estrutura designada separador trifásico (gás, sólido e líquido) (FUNASA, 2020).

Figura 21: Esquema de Reator anaeróbico de fluxo ascendente compacto



Fonte: (Tonetti *et al.*, 2018).

3.6.5. Tanque de Evapotranspiração (TEvap)

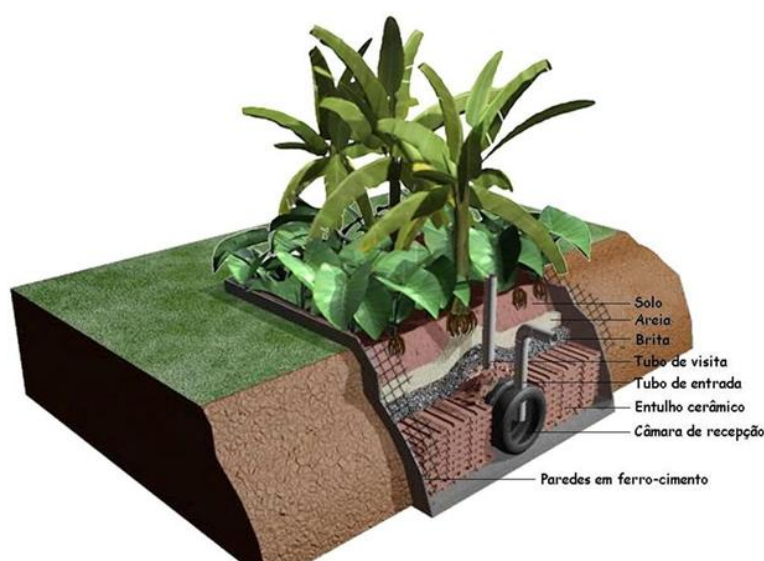
Representa uma tecnologia destinada ao tratamento e reciclagem dos nutrientes presentes nas águas residuárias do vaso sanitário. O TEvap também é reconhecido no âmbito da permacultura, como "Watson Wick" (desenvolvido pelo permacultor americano Tom Watson) (FUNASA, 2020). Além disso, outras designações para esse mesmo sistema incluem: ecofossa, fossa biossética,

biorremediação vegetal, fossa de bananeira e canteiro bioosséptico (Tonetti *et al.*, 2018).

O sistema estanque do TEvap é constituído por um tanque impermeabilizado, que é preenchido com diversas camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento acelerado e elevada demanda por água, tais como bananeiras, mamoeiros e inhames (Benjamin, 2013; Bernardes, 2009).

O processo de tratamento ocorre na parte inferior, envolvendo a manipulação microbiana da matéria orgânica, assemelhando-se a uma câmara de digestão anaeróbia. Enquanto isso, nas camadas intermédias e superiores, ocorre a decomposição aeróbia, mineralização, absorção dos nutrientes e evapotranspiração da água pelos vegetais, semelhante a um sistema de *wetlands* construído de fluxo subsuperficial (Galbiati, 2009). Os nutrientes são mineralizados e removidos do sistema ao serem incorporados na biomassa das plantas (Galbiati, 2009; IPEC, [Sd]) (Figura 22).

Figura 22: Corte Transversal do Sistema TEvap



Fonte: Internet²⁴

3.6.6. Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

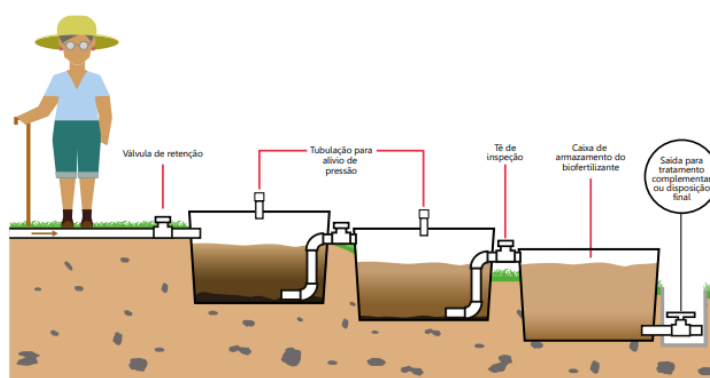
É uma tecnologia desenvolvida em 2001 pela Embrapa Instrumentação (São Carlos/SP) para o tratamento da água de vaso sanitário. Consiste em três caixas d'água interligadas, onde ocorre a manipulação da matéria orgânica do

²⁴ <https://galeria.ufsc.br/permacultura/fontes/BET+corte.jpg.html>

esgoto, transformando-o em um biofertilizante aplicável em algumas culturas (Novaes, 2002).

O sistema é simples, consistindo em três caixas d'água de 1.000 L cada, tubos de esgoto de 100 mm, conexões e materiais para vedação. O esgoto entra no sistema pela parte superior da primeira caixa e prossegue para a segunda, sendo direcionado por uma tubulação que se inicia no fundo da primeira caixa. Esse processo é replicado na segunda caixa, conduzindo o esgoto em tratamento até chegar à terceira e última caixa. A terceira caixa atua como reservatório para o biofertilizante gerado, antes de sua aplicação em árvores frutíferas e outras culturas. Os microrganismos presentes em todas as caixas desempenham o papel crucial na manipulação anaeróbica (sem oxigênio) da matéria orgânica contida no esgoto (Tonetti *et al.*, 2018) (Figuras 23 e 24).

Figura 23: Esquema de fossa séptica biodigestora



Fonte: (Tonetti *et al.*, 2018).

Figura 24: FSB instalada em Holambra-SP



Fonte: Internet²⁵

²⁵ <https://www.seesp.org.br/site/index.php/comunicacao/noticias/item/14926-saneamento-une-prefeitura-embrapa-e-minist-rio-p-blico-em-holambra>

Os filtros naturais desempenham o papel de uma unidade de pós-tratamento para o esgoto doméstico. Consistem em uma câmara preenchida com material filtrante, o que propicia a fixação de microrganismos responsáveis pela manipulação da matéria orgânica dissolvida. Os tipos mais comuns em SAT incluem o filtro anaeróbico, filtro de areia e vermifiltro (Tonetti *et al.*, 2018).

Filtro anaeróbico – constitui-se de processos biológicos anaeróbios para fornecer condições de desenvolvimento para microrganismos anaeróbios, como bactérias metanogênicas, responsáveis pela decomposição dos compostos orgânicos (Von Sperling, 2005; Oliveira, 2014; Gomes, 2015).

Filtro de areia – Os filtros de areia são formados por camadas sucessivas de diferentes materiais filtrantes, sendo a camada superior composta principalmente por areia, seguida de outros materiais filtrantes com granulação mais grossa como brita ou seixo. O tratamento ocorre pela filtração de partículas do esgoto e pela degradação da matéria orgânica por microrganismos presentes na areia e demais materiais filtrantes (Tonetti *et al.*, 2012; Gomes, 2015; Bueno, 2017).

Vermifiltro – Nesse modelo de filtro, o esgoto é tratado utilizando macroorganismos como a minhoca. O líquido escoar através das camadas de materiais filtrantes, que é dividido em duas partes: a superior, composta por serragem, húmus e minhocas; e a inferior, composta por brita ou seixo, organizados em camadas de diferentes granulometrias. As minhocas consomem a matéria orgânica, enquanto a degradação mais refinada é realizada pelos microrganismos presentes em todo o material dentro do filtro (ATOS, 2015; Sartori, 2010).

3.7. Tecnologias sociais

A partir dos sistemas e modelos de projetos apresentados neste trabalho, buscamos destacar soluções tecnológicas que oferecem benefícios sociais, soluções técnicas e operacionais, baixo investimento, e que compreendem as

potencialidades do local de implementação. Serão apresentadas duas tecnologias distintas que desempenham papéis complementares no esforço de viabilizar o acesso ao saneamento básico, mas enfrentam um cenário de negligência, onde os órgãos e as entidades públicas, que fornecem os instrumentos para a obtenção desse direito legal, não possuem investimento governamental para tal.

O *ReAqua* surge como uma solução dedicada ao tratamento de esgoto, projetado para lidar eficientemente com os desafios associados ao tratamento de efluentes domésticos para o reuso da água tratada em usos não potáveis. Enquanto, o *Salt - Z*, embora diferenciado na sua função, se apresenta no contexto do acesso à água potável para consumo humano em comunidades isoladas. Este sistema de tratamento de água se destaca por sua eficiência em tratamento de água potável, enquanto o *ReAqua* se concentra no tratamento de resíduos.

É de suma importância compreender a natureza distintiva dessas tecnologias, para abordar os desafios complexos e interligados associados ao saneamento e à qualidade da água, que serão desenvolvidos no capítulo de resultados e discussão.

O *ReAqua* surge como uma solução dedicada ao tratamento de esgoto, abordando diretamente a questão do saneamento ambiental. Projetado para lidar eficientemente com os desafios associados ao tratamento de efluentes domésticos, o sistema *ReAqua* se destaca por sua abordagem inovadora e sustentável, oferecendo uma resposta prática e eficaz para as demandas crescentes nessa área.

3.7.1. Salta – Z (FUNASA)

Na busca por soluções acessíveis e eficazes para o tratamento de água em pequenas comunidades, destaca-se a implementação da Solução Alternativa Coletiva Simplificada de Tratamento de Água, o *Salta - Z*. Este sistema, desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2018), incorpora tecnologias de interesse social, como filtros e dosadores artesanais. Utilizando o processo convencional para o tratamento da água, através de uma estrutura

física e simplificada em relação a uma Estação de Tratamento de Água (ETA) convencional.

Cabe destacar que, a Funasa implementou o Programa Sustentar por meio da Portaria nº 3.069, datada de 21 de maio de 2018. O programa estabelece diretrizes orientadas para fortalecer a capacidade dos municípios atuarem em saneamento e saúde ambiental em comunidades tradicionais e rurais, de acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural (FUNASA, 2018).

As etapas de tratamento que compõem o Salta – Z (Figura 25) incluem coagulação, floculação, sedimentação, filtração e cloração. A água é aduzida²⁶ para a tubulação, arrastando o coagulante contido no primeiro dosador, favorecendo sua incorporação ao meio. Na entrada do reservatório superior, um dispositivo hidráulico promove a homogeneização e floculação. Quando o reservatório está totalmente preenchido, o bombeamento é desativado, permitindo que os flocos formados sedimentem para o fundo e, em seguida, sejam drenados para a caixa de retenção do sedimento. A água clarificada é então liberada para passar pelo dosador de cloro e filtro, onde ocorre a infecção microbiológica (Santos e Carvalho, 2018).

²⁶ Transporte de água do manancial ao tratamento ou da água tratada ao sistema de distribuição.

Figura 25: Salta – Z



Fonte: Internet²⁷

3.7.2. ReAqua (EMBRAPA Hortaliças)

Este é um sistema de tratamento de esgoto sanitário que aborda o tratamento de esgoto sanitário e reuso de água, com o intuito de promover a agricultura familiar das comunidades rurais e isoladas. O ReAqua (Figuras 26 e 27) foi criado em 2021 pelo agrônomo Carlos Eduardo Pacheco pesquisador da Embrapa Hortaliças de Brasília – DF, inspirado pelo Sistema SARA (Mayer *et al.*, 2021; Amorim, 2021), visa levar uma alternativa de baixo custo, dependência energética mínima, facilidade de instalação e operação, além de alta eficiência na remoção de carga orgânica e patógenos do esgoto doméstico. Sua estrutura compreende etapas integradas baseadas nos princípios naturais de escoamento, utilizando tanques e caixas d'água, tubos, conexões de PVC, materiais comumente usados na construção civil. Por meio de sistemas combinados de Tanque Séptico - Filtro Anaeróbico, seguido por filtração lenta sequencial com dificuldade crescente e desinfecção por cloro (Lima, 2021).

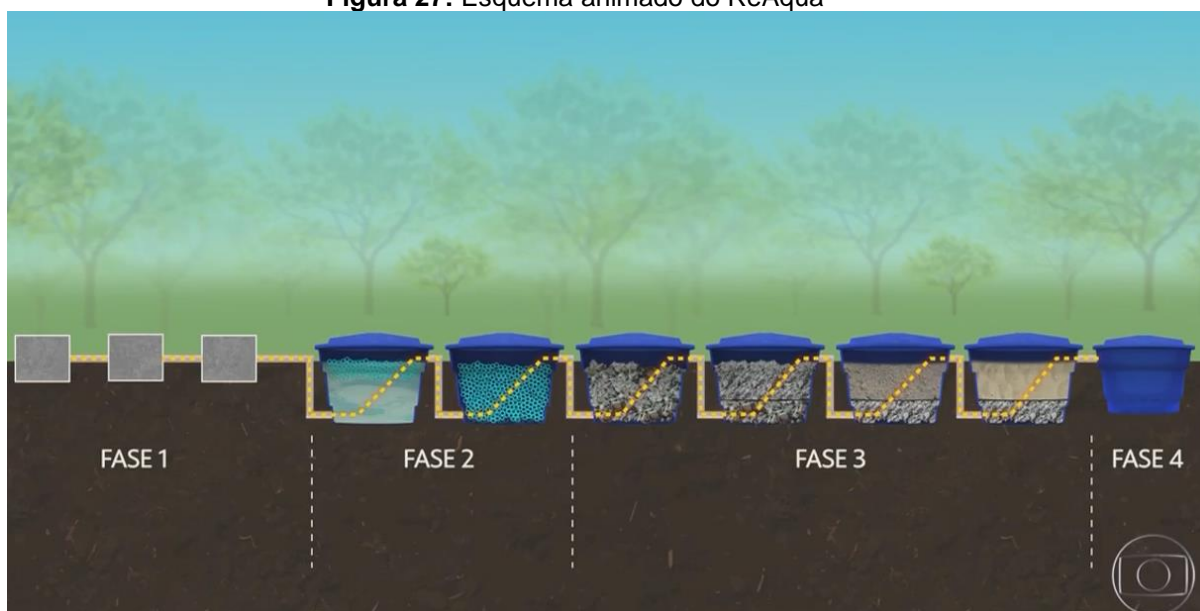
²⁷ <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/376>

Figura 26: Protótipo do Sistema ReAqua funcionando em condições operacionais (TRL/MRL 7) na Embrapa Hortaliças, Brasília – DF.



Fonte: Imagens capturadas pelas autoras.

Figura 27: Esquema animado do ReAqua



Fonte: Globo Rural (2022).

3.8. Água de efluente tratada para reuso

Existem demandas específicas em relação à quantidade e qualidade da água necessária, que garanta a eficiência e segurança do aproveitamento da água de reuso em atividade humana (Mancuso, 2003), portanto é imperativo contextualizar as alternativas para sua aplicação. Entretanto, esse trabalho abordará especificamente o aproveitamento dessa água, para fins agrícolas e em atividades de limpeza doméstica.

No Brasil, as políticas federais relacionadas ao reuso no Brasil são incipientes e descoordenadas, tanto no contexto da política setorial de saneamento quanto na de recursos hídricos. O marco inicial dessa dinâmica foi

a Resolução CONAMA 20/1986, que delineou as primeiras diretrizes para a utilização das águas no país, até a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, por meio da Lei 9.433/1997, a qual consolidou uma estrutura normativa guiada pelo objetivo de assegurar a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos diversos usos (PNRH, 2017).

A resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos N° 54/2005 (CNRH, 2005), descreve quatro modalidades para prática de reuso direto não potável para fins agrícolas, ambientais, industriais e aquicultura. A Resolução n° 121/2010 (CNRH, 2010) estabelece critérios para o reuso na modalidade agrícola e florestal, e a Norma NBR 13969/1997, embora não seja específica para o reuso de água, possui um item dedicado ao tema, abordando a definição de classes de água de uso e diminuição de padrões de qualidade.

No contexto do "reúso de água", tanto a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) quanto a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) não abordam diretamente o tema. Até o momento, não existe uma legislação específica que estabeleça normas ou diretrizes com padrões de tratamento a serem seguidos pelos sistemas de produção de água de reuso. A Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) tem oferecido orientações, incentivando a implementação de programas de conservação e aproveitamento de águas em edificações comerciais, residenciais e industriais.

Porém há estados que possuem normas específicas sobre reuso, como a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2016), que é uma das pioneiras na produção de água de reúso a partir do tratamento de efluentes domésticos. O Quadro 4 aponta as legislações brasileira que possuem algum item dedicado ao tema.

Quadro 4: Legislações estaduais e municipais sobre reúso de águas.

Legislação	Descrição
ABNT n° 13.969/97 (ABNT, 1997)	Esta norma contém as diretrizes técnicas e critérios de qualidade para o reuso de água em várias aplicações
Resolução n° 54/2005 (BRASIL, 2005)	Estabelece diretrizes gerais para o reuso de água em nível nacional

<p>Lei nº 10.785/2003 (Curitiba) (PREFEITURA DA CIDADE DE CURITIBA, 2003)</p>	<p>Cria no município de Curitiba, o programa de conservação e uso racional da água nas edificações - PURAE</p>
<p>Decreto nº 48.138/2003 (São Paulo) (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003)</p>	<p>Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo</p>
<p>Lei nº 6259/2004 (Vitória) (PREFEITURA DA CIDADE VITORIA, 2004)</p>	<p>Dispõe sobre o reuso de água não potável e dá outras providências.</p>
<p>Lei nº 4748/2005 (Cuiabá) (PREFEITURA DA CIDADE CUIABÁ, 2005)</p>	<p>Dispõe sobre o reuso da água das estações de tratamento de esgoto.</p>
<p>Lei nº 14.018/2005 (São Paulo) (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2005)</p>	<p>Institui o programa municipal de conservação e uso racional da água em edificações e dá outras providências.</p>
<p>Lei nº 12.474/2006 (Campinas) (PREFEITURA DA CIDADE DE CAMPINAS, 2006)</p>	<p>Cria o programa municipal de conservação, uso racional e reutilização de água em edificações e dá outras providências.</p>
<p>Lei nº 6.616/2006 (Caxias do Sul) (PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL, 2006)</p>	<p>Institui o programa municipal de conservação e uso racional da água.</p>
<p>Lei nº 1192/2007 (Manaus) (PREFEITURA DA CIDADE DE MANAUS, 2007)</p>	<p>Cria, no município de Manaus, o programa de tratamento e uso racional das águas nas edificações - Pro-águas.</p>
<p>Lei nº 8080/2009 (Florianópolis) (PREFEITURA DA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS, 2009)</p>	<p>Institui programa municipal de conservação, uso racional e reuso da água em edificações e dá outras providências.</p>

<p>Resolução nº 75/2010 (Bahia) (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2010)</p>	<p>Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal.</p>
<p>Lei nº 4026/2011 (Aracaju) (PREFEITEIRA DA CIDADE DE ARACAJU, 2011)</p>	<p>Cria o programa de reuso de água em postos de gasolina e lava-rápidos no município de Aracaju e dá outras providências.</p>
<p>Lei nº 2856/011 (Niterói) (PREFEITEIRA DA CIDADE DE NITERÓI, 2011)</p>	<p>Instituindo mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas.</p>
<p>Lei nº 12.448/2011 (Juiz de Fora) (PREFEITEIRA DA CIDADE DE JUIZ DE FORA, 2011)</p>	<p>Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de alternativas tecnológicas, ambientalmente sustentáveis, nos prédios residenciais, comerciais com mais de dez unidades e nas edificações isoladas que menciona.</p>
<p>Lei nº 11.522/2012 (Londrina) (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2012)</p>	<p>Dispõem sobre a obrigatoriedade das edificações residenciais e comerciais a reutilizar a água por meio da reciclagem dos constituintes dos efluentes das águas cinza e águas servidas das edificações.</p>
<p>Lei nº 10.033/2013 (Paraíba) (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 2013)</p>	<p>Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba, e dá outras providências.</p>
<p>Deliberação CRH nº 156/2013 (São Paulo) (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013)</p>	<p>Estabelece diretrizes para o reuso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins urbanos.</p>
<p>Lei nº 16.160/2015 (São Paulo) (PREFEITEIRA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2015)</p>	<p>Dispõem que os postos de serviços e abastecimento de veículos e lava-rápidos, farão o reuso da água utilizada na lavagem</p>
<p>Lei nº 16.174/2015 (São Paulo)</p>	<p>Estabelece medidas para o reuso de água para aplicações não potáveis, advindas do tratamento do</p>

(PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2015)	efluente final do tratamento de esgoto e da outras providencias.
Lei nº 16.033/2016 (Ceará) (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2016)	Estabelece critérios para o reuso de água não potável, com o objetivo de viabilizar e estimular a sua ação no Estado.
Lei nº 10.487/2016 (Espírito Santo) (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2016)	Dispõe sobre a prática do reuso de efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto para fins industriais.
Lei nº 7.424/2016 (Rio de Janeiro) (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2016)	Estabelece a obrigatoriedade da utilização da água de reuso pelos órgãos integrantes da administração pública estadual e dá outras providencias.
Lei nº 7.599/2017 (Rio de Janeiro) (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2017)	Estabelece a obrigatoriedade da instalação de equipamentos de tratamento e reutilização da água para indústrias situadas que tiverem em seu quadro 100 (cem) ou mais empregados.

Fonte: Adaptado de Rezende (2016) e Moura (2020).

Cabe ressaltar que, os padrões estabelecidos para o reuso de água no Brasil, surgem a partir de diretrizes internacionais específicas, que são provenientes de países mais avançados e temáticos nessa, tais como a Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO), Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos e a União Europeia (EU).

A UE, definiu no Pacto Ecológico Europeu (2019), a urgência da gestão mais eficiente dos recursos hídricos e da adaptação dos sistemas às mudanças climáticas. O Regulamento (UE) 2020/741 do Parlamento Europeu, aplicável a partir de 26 de junho de 2023, define requisitos mínimos de qualidade da água para garantir a reutilização segura de águas residuais urbanas tratadas na segurança agrícola.

Além disso, o regulamento reitera os requisitos da Diretiva 91/271/CEE (Diretiva de Tratamento de Águas Residuais Urbanas, 2008), destacando a necessidade de tratamento adicional das águas residuais urbanas para atender aos novos parâmetros mínimos de qualidade e preparar as configurações para

uso na agricultura (Quadro 5). Quando ao recurso é aplicado na fertirrigação, por exemplo, as águas de melhor qualidade ficam disponíveis para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico (Hespanhol, 2002).

Quadro 5: Principais normas relacionadas ao reuso de esgotos tratados na agricultura

NORMA	POSSÍVEIS APLICAÇÕES	QUALIDADE	OBSERVAÇÕES
NBR 13969/1997	Reúso nos pomares, cereais, forragens e pastagens para gados. Cultivos com escoamento superficial ou por irrigação pontual.	<ul style="list-style-type: none"> • Oxigênio Dissolvido em concentração maior do que 2,0 mg/l; • Coliformes fecais em quantidade menor do que 5000 NMP/100MI 	Aplicações devem ser interrompidas 10 dias antes das colheitas.
WHO, 1989	Culturas processadas industrialmente, cereais, forragens, pastagens, árvores.	<ul style="list-style-type: none"> • Ovos de helmintos em quantidade menor ou igual a 1 ovo/l; • Coliformes termotolerantes em quantidade menor do que 104 NMP/100MI 	No caso de árvores frutíferas, terminar a irrigação duas semanas antes da colheita e não apanhar os frutos do chão.
WHO, 2006	Cultivo de folhosas	<ul style="list-style-type: none"> • Ovos de helmintos em quantidade menor ou igual a 1 ovo/l; • Concentração de E.Coli menor do que 104 NMP/100MI 	
WHO, 2006	Irrigação localizada em plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Ovos de helmintos em quantidade menor ou igual a 1 ovo/l; • Concentração de E.Coli menor do que 104 NMP/100MI 	
FAO, 1985	Sem restrição de aplicação quanto ao solo e à cultura	<ul style="list-style-type: none"> • Condutividade elétrica (CE) menor do que 0,7 Ds/m; • concentração de sódio menor do que 70mg/l; • sólidos dissolvidos totais em quantidades menores do que 450 mg/l 	Esta recomendação é relacionada ao grau de salinidade do esgoto a ser reutilizado na irrigação agrícola.
CETESB No 31, 2006	Solos bem drenados e cultivo de espécies tolerantes a salinidade.	<ul style="list-style-type: none"> • CE com valores entre 0,75 e 2,9 ds/cm 	Algumas frutíferas são sensíveis. Observar as concentrações máximas de cloreto e de sódio: 106,5 e 69 mg/L, respectivamente.

Fonte: Fonte: Tonetti *et al.*, 2018.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES FINAIS

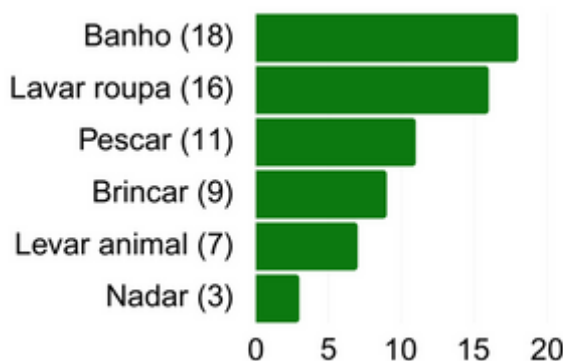
O cenário atual e das últimas décadas está longe do ideal para contemplar a Agenda 2030. Ao voltar-se à análise crítica para o ODS 6 “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”, o trabalho propõe a reafirmação das lacunas, com o intuito de indicar e orientar ações visando reparar situações de vulnerabilidades acometidas pela estrutura opressora secular que perpassa a história das comunidades tradicionais brasileiras.

Identificam-se lacunas que estão ressaltadas no Relatório técnico: Análise de agrotóxicos em amostras de águas do Município de Chapada Gaúcha – MG, por Oliveira (2022) evidenciando a contaminação química nas: nascentes que circundam a comunidade de Buraquinhos; minas e poços artesianos, indicando a proliferação dos contaminantes químicos para o lençol freático; águas da chuva captadas pelos moradores; além do Rio Pardo, da sua nascente até a foz; e algumas áreas do PNGSV.

O trabalho feito pela Fiocruz (PSAT) contribuiu para a avaliação da situação e do impacto do déficit hídrico e sanitário em Buraquinhos, buscando estimular a população que tem acesso ao esgotamento sanitário. Nesse sentido, a perspectiva da educação popular impulsionou a promoção da conscientização, autonomia e o empoderamento (Saito, 2001) dos moradores da comunidade, em relação aos componentes do saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais).

4.1. Perspectiva de consumo de água potável

Os moradores de Buraquinhos dependem diretamente das águas do Rio Pardo para realizarem atividades domésticas, higiene pessoal e produção de alimentos. Apenas algumas famílias têm acesso à rede de distribuição de água, enquanto outras dependem de fontes naturais, como nascentes, açudes e/ou poços próximos, conectados ao Rio Pardo (figura 28) (Fiocruz, 2022).

Figura 28: Uso das águas do rio, açude e córrego

Fonte: Fiocruz 2023, dados apresentados durante o curso APS, GRV - figura adaptada pelas autoras, 2023.

Todas as famílias relatam terem acesso à água (figura 29), porém, grande parte não tem acesso à água de qualidade, quando comparados aos parâmetros legais²⁸, como é apresentado tanto na fala da comunidade e nos documentos de instituições de pesquisa, como a Fiocruz, Funasa, UFMG, IFMG, FUNATURA e IEF.

Quanto às condições de tratamento de água, 72,2% não possuem água tratada para beber e não fazem uso do hipoclorito de sódio, apenas 22% consomem a água tratada com o hipoclorito de sódio, este último é distribuído eventualmente no domicílio das famílias (figura 29). Grande parte da comunidade utiliza o filtro de barro (14 famílias), apenas (4) não fazem uso dos filtros.

Figura 29: perspectiva do perfil de uso da água

	Sempre há água no domicílio	Água potável possui cor, cheiro e/ou gosto	A água para preparo de alimentos é tratada	A água de beber é tratada	Tem dificuldades de acesso à água	Usa cloro para tratar a água	O ACS distribui hipoclorito de sódio no domicílio
Sim	100% (18)		55,6% (10)	22,2% (4)	16,7% (3)	22,2% (4)	83,3% (15)
Não		100% (18)	44,4% (8)	72,2% (13)	83,3% (15)	72,2% (13)	11,1% (2)
Às vezes						5,6% (1)	5,6% (1)
Sem resposta				5,6% (1)			
Total	100% (18)	100% (18)	100% (18)	100% (18)	100% (18)	100% (18)	100% (18)

Fonte: Fiocruz 2023, dados apresentados durante o curso APS, GRV figura adaptada pelas autoras, 2023.

O cenário de falta generalizada de acesso à água tratada para consumo destaca uma vulnerabilidade substancial, expondo a população a riscos potenciais à saúde devido à ingestão de água contaminada. Diante dessa realidade desafiadora, 55,5% das famílias adotaram medidas próprias para tratar

²⁸ Discorrido na sessão 2.3. Saneamento Básico, Rural e Ambiental

a água destinadas ao preparo dos alimentos, sendo comum a prática de coar e/ou ferver após a coleta no rio ou na caixa d'água (figura 29).

Essa iniciativa, porém, coexiste com uma preocupação significativa, uma vez que 44,4% das famílias ainda utilizam água sem qualquer forma de tratamento (figura 29). Essa prática, embora explicada pelas circunstâncias, ressalta a urgência de instruções práticas para melhorar o acesso à água potável. A divulgação de informações sobre métodos acessíveis e eficazes de tratamento, aliada às estratégias direcionadas para educação popular e infraestrutura de saneamento, surge como uma necessidade urgente para garantir que a comunidade tenha acesso a água de qualidade, protegendo a saúde, o bem-estar e os costumes tradicionais, visando a autonomia das famílias de Buraquinhos.

Nesse contexto, torna-se crucial considerar abordagens integradas e soluções adaptativas que levem em conta as preocupações específicas da comunidade, como água de qualidade para o uso em plantios. Assim, ressalta-se a pertinência de explorar a possibilidade e a importância do aproveitamento da água de reuso como uma estratégia que pode contribuir para atender as demandas variadas da comunidade. Essa abordagem estratégica pode não apenas otimizar o uso dos recursos hídricos potáveis disponíveis, mas também fortalecer a resiliência da comunidade diante das variabilidades climáticas e das demandas agrícolas dessa região do semiárido mineiro.

É evidente que a comunidade tem consciência de suas demandas, no entanto, ao analisar os dados relacionados à unidade produtiva das famílias (figura 30), nota-se uma divisão marcante. Metade dessas famílias considera a disponibilidade de água para o plantio como suficiente, enquanto outra metade expressa preocupações, apontando a necessidade de melhorias na qualidade da água e capacidade do reservatório (Fiocruz, 2023).

Figura 30: perfil de uso da água

Unidade produtiva					
	O que planta	Alteração na produtividade da terra	Disponibilidade de água para o plantio	Cria animais	Utiliza agrotóxicos
Hortaliças e/ou frutíferas	100% (16)				
Não sofreu alterações		87,5% (14)			
Melhorou		12,5% (2)			
Suficiente			50% (8)		
Inadequada			37,5% (6)		
Sim				93,75% (15)	31,2% (5)
Não				6,25% (1)	66,2% (9)
Sem resposta			12,5% (2)		12,5% (2)
Total	100% (16)	100% (16)	100% (16)	100% (16)	100% (16)

Fonte: Fiocruz 2023, dados apresentados durante o curso APS, GRV figura adaptada pelas autoras, 2023.

4.2. Condições Sanitárias

Em relação às condições sanitárias, observa-se uma diversidade de práticas no manejo das águas residuais, conforme evidenciado na figura 31. Notavelmente, 83,3% das famílias possuem um conjunto sanitário completo – e utilizam o sanitário -sendo que 53,3% integram o cômodo ao domicílio, enquanto 27,7% possuem banheiro externo.

Figura 31: Manejo das águas residuais

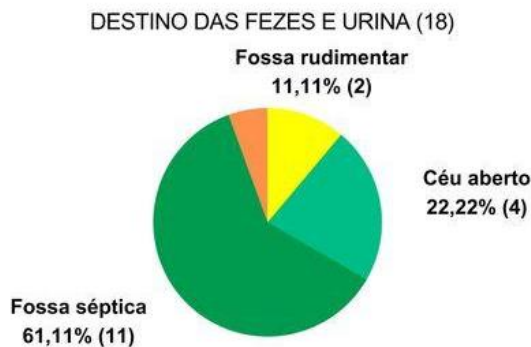
Manejo das águas residuais					
	Tem banheiro	Integrado ao domicílio	Conjunto sanitário completo	Onde faz as necessidades fisiológicas	Tem incômodo com cheiro de esgoto
Sim	83,3% (15)	53,3% (8)	100% (15)		
Não	16,7% (3)	27,7% (4)			94,4% (17)
Vaso sanitário				77,8% (14)	
Céu aberto				11,1% (2)	
Sem resposta		20% (3)		11,1% (2)	5,6% (1)
Total	100% (18)	100% (15)	100% (15)	100% (18)	100% (18)

Fonte: Fiocruz 2023, dados apresentados durante o curso APS, GRV figura adaptada pelas autoras, 2023.

É imperativo voltar a atenção para os 16,7% das famílias que não possuem banheiro (figura 31). Essa parcela da comunidade enfrenta desafios específicos relacionados ao saneamento. Essa falta de acesso a instalações sanitárias adequadas pode estar associada a fatores, como limitações econômicas, falta de infraestrutura local ou mesmo questões culturais. Ao compreender as razões por trás dessa ausência, podemos direcionar

orientações de maneira mais eficaz, criando soluções adaptadas às necessidades específicas (Figura 32).

Figura 32: Manejo das águas residuais



Fonte: Fiocruz 2023, dados apresentados durante o curso APS, GRV - figura adaptada pelas autoras, 2023.

As lacunas no acesso ao saneamento não são apenas sobre infraestrutura, mas também dizem respeito a invisibilidade de família quilombolas por parte do Estado. É crucial desenvolver estratégias inclusivas que considerem as particularidades dessas famílias, garantindo que as soluções sejam culturalmente sensíveis, economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis.

Entretanto, destaca-se que apenas 2 famílias implementam algum tipo de tratamento, como o uso de fossas sépticas (figura 32). As águas residuais provenientes de pias, tanques, lavatórios e banhos são reutilizadas para irrigar plantas e/ou limpezas residências (figura 33).

Figura 33: Destino das águas residuais.

Do destino das águas residuais			
	Pia, tanque e lavatório	Banho	Se e como reaproveita
Terreno e/ou para as plantas	77,8% (14)	72,2% (13)	77,8% (14)
Fossa	5,6% (1)	11,1% (2)	
Fossa e terreno	5,6% (1)	5,6% (1)	
Não			22,2% (4)
Sim			
Não sabe	11,1% (2)	11,1% (2)	
Total	100% (18)	100% (18)	100% (18)

Fonte: Fiocruz 2023, dados apresentados durante o curso APS, GRV figura adaptada pelas autoras, 2023.

Essa prática de reutilização demonstra conscientização sobre a valorização desses recursos, mas a adaptação limitada de tratamento ressalta a oportunidade de melhoria das práticas sanitárias. Destaca-se, portanto, a necessidade de iniciativas de conscientização e educação sobre práticas seguras de manejo de águas residuais, incentivando soluções que otimizem a reutilização, garantindo a integridade ambiental e sanitária da comunidade.

A dinâmica de aprendizagem em grupo, especialmente na abordagem dialética, oferece um espaço significativo para uma educação libertadora (Freire, 1988). Esse ambiente contribui para a construção de percepções mais profundas sobre as realidades, necessidades e possíveis soluções. A troca de conhecimentos possibilita que as famílias de Buraquinhos compreendam seus direitos e busquem soluções que atendam aos pré-requisitos básicos por elas definidos para a melhoria das condições sanitárias, tratamento e distribuição de água, e a busca da consolidação de um Território Saudável e Sustentável

Por fim, a distribuição da água não tratada na escola da comunidade, para as crianças e suas famílias, conforme identificada por Oliveira (2022), destaca a urgência de orientar as políticas públicas na região.

A prática dialética adotada na turma dos Agentes Populares de Saúde do Grande Sertão Veredas é fundamental para a construção de espaços de educação libertadora, nos quais ocorre um constante diálogo e troca de conhecimentos entre os membros da comunidade. Essa abordagem possibilitou uma profunda reflexão sobre as realidades enfrentadas pela comunidade, suas necessidades e as possíveis soluções para os desafios existentes. Através dessa troca de conhecimentos, as famílias de Buraquinhos são capacitadas não apenas a compreenderem seus direitos, mas também a se tornarem agentes ativos na busca por soluções que atendam aos pré-requisitos básicos definidos por elas mesmas

4.3. Critérios e soluções de tratamento de água e efluente

Como visto nas últimas seções, é preciso pensar em soluções de tratamento de águas e efluentes, para isso, têm-se alguns critérios apontados

pela comunidade durante o curso de formação dos APS (Fiocruz, 2023) que não podemos excluir do processo para selecionar um sistema de tratamento. Destacaram-se sete critérios:

(1) Capacidade que a comunidade tem para operar o sistema, que inclui manutenção e reparo dos aparelhos quando necessário. É essencial que a discussão a respeito da manutenção esteja presente em reuniões das famílias envolvidas, pois caso o sistema venha a ter problemas, como entupimentos e vazamentos, é importante saber quem cuidará, pois, sistemas mal implementados são um problema sanitário e podem contaminar o ambiente. Outro fator importante de se estar em pauta nos momentos dos encontros é definir o papel de cada um para efetividade do processo.

(2) Custo de operação, por exemplo, quem comprará os produtos químicos e se haverá alguma remuneração para quem ficará responsável por esse trabalho.

(3) Capacidade da comunidade de se organizar, para gerenciar um sistema e fazer parcerias com instituições, órgãos governamentais e não governamentais, como a prefeitura, o Instituto Rosáceas, e a administração do PESA e PNGSV.

(4) Alcance de atendimento do sistema, por conta da sazonalidade é importante pensar em um sistema que consiga intercalar os pontos de coleta para estar ativo durante o ano todo, para isso, deve-se levar em consideração a disposição das casas no território.

(5) Identificar se há a necessidade de barreiras sanitárias, considerando o trajeto da água até o consumo. Sem higienização adequada das vasilhas e do local de armazenamento, há risco de (re)contaminação. Implementar medidas preventivas, como higienização das vasilhas e tratamento na coleta, é crucial para garantir a qualidade e o direito humano à água.

(6) O dimensionamento do uso da água implica determinar quantas pessoas terão acesso e para quais finalidades a água será utilizada. Portanto, é necessário estabelecer quem será atendido pelo sistema, com base na decisão da comunidade. Logo, é essencial que a comunidade tenha a autonomia para definir se prioriza famílias em situação de maior vulnerabilidade, garantindo uma

abordagem inclusiva e alinhada com as necessidades específicas da população local.

(7) Abordar a temporalidade das soluções, considerando medidas imediatas, como aprimorar o sistema de abastecimento de água da escola de Buraquinhos. Além disso, é crucial explorar soluções de gestão intermediária entre as comunidades, uma vez que depender exclusivamente de estruturas da prefeitura pode não ser vantajoso. Essa abordagem estratégica visa a implementação efetiva de melhorias imediatas, ao mesmo tempo em que promove a autonomia e sustentabilidade das comunidades a longo prazo.

Esses sete critérios serão a essência para a base do próximo passo em nosso estudo: o diagnóstico do sistema alternativo. Compreender as necessidades da comunidade para analisar e adaptar soluções de uma forma eficaz a realidade das famílias de Buraquinhos.

4.4. Diagnóstico do Sistema Alternativo

Levando em consideração os critérios essenciais estabelecidos pela própria comunidade, observa-se que as diferentes interfaces dos sistemas envolvidos tendem a resultar em uma melhoria gradual no cenário geral do saneamento básico. No entanto, é crucial ressaltar que as soluções mais eficazes para atender à demanda de tratamento de efluentes em Buraquinhos não devem ser direcionadas exclusivamente para um atendimento individual. Isso deve à presença significativa de propriedades agrícolas na comunidade e agrícolas e um estabelecimento público destinado a ensino coletivo.

O ranking das tecnologias e sistemas é determinado com base nos sete critérios mencionados na subseção anterior, ressaltando que esses sistemas não são excludentes, mas sim complementares. Para isso, considera-se atributos mais vantajosos de se apresentar no sistema, na respectiva ordem: (1) baixa necessidade de manutenção anual; (2) a água ser adequada para o reuso; (3) diversidade de tipos esgotos tratados; (4) o custo de instalação²⁹; (5) ser eficaz na remoção de matéria orgânica (6) ser um sistema semicoletivo, (7) ser

²⁹ O custo de manutenção ficou em sexto lugar pois a capacidade de articulação da comunidade prevê parcerias com instituições que possam custear os projetos que a comunidade venha a decidir implementar.

necessária uma unidade de pré-tratamento; (8) área necessária estar adaptada ao espaço disponível.

Ao distribuir pontos para criar um ranking de seleção de sistemas para a comunidade de Buraquinhos, foram distribuídos 100 pontos para cada atributo mencionado. As tecnologias foram ordenadas de forma crescente de pontuação, ou seja, do sistema mais recomendado para a zona neutra.










Observa-se que a maioria dos SATs propostos para atendimento em áreas rurais envolvem o uso oito conjuntos de tecnologias apresentados na tabela 4: (1) ReAqua (EMBRAPA Hortaliças), (2) filtro anaeróbico, (3) Tanque de Evapotranspiração (TEvap), (4) Sistemas Alagados Construídos (SAC); (5) vermifiltro; (6) Reator Anaerobico de Fluxo Ascendente (RAFA) compacto; (7) filtro de areia e (8) Fossa Séptica Biodigestora (FSB).

Tabela 4: Pontuação dos atributos.

Atributo	Pontuação máxima
1. Baixa necessidade de manutenção anual	20
2. Água adequada para o reuso	18
3. Diversidade de tipos esgotos tratados	16
4. Custo de implementação	14
5. Eficácia na remoção de matéria orgânica	12
6. Sistema semicoletivo	11
7. Ter unidade de pré-tratamento	10
8. Área adaptada ao espaço disponível	09
Total	110 pontos

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023

O Quadro 6 mostra uma síntese das principais tecnologias levantadas, para o contexto da comunidade quilombola de Buraquinhos. Já o Quadro 7 mostra a eficiência de remoção de matéria orgânica e a Tabela 5 um ranking de tecnologias.

Tecnologia	Tipo de esgoto tratado	Necessário unidade de pré-tratamento	Tipo de sistema	Área necessária	Remoção de matéria orgânica*	Manutenção*	Custo **	Água adequada para reuso
ReAqua (EMBRAPA Hortaliças)	Águas de vaso sanitário Águas cinzas Esgoto doméstico	Sim	Semicoletivo	5 a 10 m ²	✓✓✓	✂		Sim
Reator Anaeróbico de fluxo ascendente (RAFA) Compacto	Águas de vaso sanitário Esgoto doméstico	Não	Unifamiliar ou semicoletivo	3 a 8 m ²	✓✓	✂		Não
Tanque de Evapotranspiração (TEvap)	Águas de vaso sanitário Esgoto doméstico	Não	Unifamiliar	3 a 8 m ²	✓	✂		Não
Filtro Anaeróbico	Esgoto pré-tratado	Sim	Unifamiliar ou semicoletivo	1,5 a 4 m ²	✓✓	✂		Não
Sistemas alagados construídos (SAC)	Águas cinzas Esgoto pré tratado	Sim	Unifamiliar ou semicoletivo	7,5 a 15 m ²	✓✓✓	✂✂		Não
Vermifiltro	Águas de vaso sanitário; Águas cinzas Esgoto doméstico; Esgoto pré-tratado	Sim	Unifamiliar ou semicoletivo	2 a 4 m ²	✓✓	✂✂✂	De  a 	Não
Filtro de areia	Esgoto pré-tratado	Sim	Unifamiliar ou semicoletivo	2 a 5 m ²	✓✓✓	✂✂✂		Não
Fossa Séptica Biodigestora (FSB)	Águas de vaso sanitário	Não	Unifamiliar	10 a 12 m ²	✓✓	✂✂✂		Não

Fonte: Tonetti et al, 2018 - reelaborado pelas autoras.

Quadro 1: Eficiência na remoção de matéria orgânica

	Eficiência na remoção de matéria orgânica	Frequência de manutenção	Custo**
Baixa(o)	✓ Até 49%	✗ 1 vez por ano	🏠 Até R\$ 500
Média(o)	✓✓ 50% a 79%	✗✗ 2 a 4 vezes por ano	🏠🏠 R\$ 501 a R\$ 1500
Alta(o)	✓✓✓ 80% ou mais	✗✗✗ 5 ou mais vezes por ano	🏠🏠🏠 R\$ 1501 a R\$ 2500
*Para um sistema que atende até 5 pessoas. ** Valores calculados em 2018 por Tonetti.			

Fonte: Tonetti *et al.*, 2018 - adaptado pelas autoras.

Tabela 5: Ranking das tecnologias.

Classificação	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Tecnologia	ReAqua	Filtro anaeróbico	TEvap	SAC	Vermifiltr o	RAFA compacto	Filtro de areia	FSB
1. Manutenção	20	20	20	10	0	20	0	0
2. Reuso de água	18	0	0	0	0	0	0	0
3. Tipos esgotos tratados	16	0	8	8	16	8	0	0
4. Custo	0	7	14	0	4	0	7	0
5. Remoção de matéria orgânica	12	8	4	12	8	8	12	8
6. Dimensionamento da capacidade	11	11	6	11	11	11	11	6
7. Unidade de pré-tratamento	10	10	0	10	10	0	10	0
8. Área adaptável	9	9	9	9	9	9	9	9
Pontuação	96	65	61	60	58	56	49	23

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

As eficiências de tratamento de alguns desses sistemas descentralizados apresentam variabilidade específica, e a remoção eficiente de concentrações de nutrientes patogênicos no efluente final ainda representa um desafio, dificultando seu uso para atividades pontuais, como a agricultura ou limpezas domésticas.

O desenho de um sistema eficaz e completo deve estabelecer um diálogo significativo com o território e a comunidade, considerando a promoção de soluções integradas, nesse sentido, dentre os SATs discorridos, destaca-se o Sistema ReAqua como a opção mais semelhante e adaptável ao contexto da comunidade de Buraquinhos para o tratamento dos efluentes domésticos. Suas características e funcionalidades oferecem uma resposta homologada às demandas locais, demonstrando potencial para atender eficazmente às necessidades específicas desse território.

O sistema ReAqua, composto pelo conjunto de tratamento secundário, filtração e desinfecção por cloro, apresentou eficácia do efluente final de alta qualidade. Conforme os parâmetros previstos no referencial teórico, estabelecidos para a qualidade da água e a água de reuso, destaca-se, especialmente, a adequação desse SAT ao aproveitamento agrícola para a produção de alimentos, incluindo aqueles consumidos de forma crua, como hortaliças. Os seus ensaios de eficiência atenderam aos parâmetros mais exigentes, como os estabelecidos pelo Regulamento (UE) 2020/741 do Parlamento Europeu para uso agrícola irrestrito, bem como as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO, 2006).

É relevante mencionar que, de acordo com a definição de uso prioritário da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Lei 9.433/1997), as atividades de abastecimento humano e de dessedentação de animais têm prioridade, com a agricultura no caso de crise hídricas. Diante desse contexto, as fontes alternativas de água, como as provenientes do reuso, emergem como estratégias essenciais de adaptação às mudanças climáticas.

A água de aproveitamento proveniente do Sistema ReAqua revela um potencial significativo para a fertirrigação, contendo propriedades de nitrogênio, fósforo, cálcio, enxofre, magnésio e metais pesados, assim como valores de pH, condutividade elétrica e presença de microrganismos patogênicos compatíveis com os requisitos da produção agrícola. A quantidade de habitantes na

comunidade se alinha ao modelo piloto do ReAqua, projetado para populações de 100 a 500 habitantes. Além disso, vale ressaltar que o SAT pode ser dimensionado conforme necessidades mais específicas que possam surgir, permitindo uma flexibilidade adaptável às variações na demanda e proporcionando uma solução personalizada para a realidade local.

É importante destacar que a Embrapa Hortaliças é a instituição responsável pelo desenvolvimento do Sistema ReAqua. Contudo, o potencial transformador dessas iniciativas enfrenta um contexto político complexo diante natureza pública dessa entidade, como é o exemplo da recente extinção da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), que impactou diretamente o projeto de implementação do Sistema Salt-Z, comprometendo o acesso adequado à água potável da comunidade de Buraquinhos, a partir da descontinuidade do projeto.

Logo, é urgente que haja a “democratização do controle da gestão dos recursos naturais” para apoiar as populações tradicionais na obtenção de seus direitos. Para isso, o campo da política tem potencial para se apresentar como “o modo solidário através do qual todos possam alcançar seus objetivos de vida” (Santana Filho *et al.*, 2012).

As políticas públicas devem garantir desde o acesso das populações tradicionais aos seus direitos básicos e universais a preservação da cultura e identidade. Comunidades quilombolas, em especial, enfrentam ameaças constantes de assimilação cultural pelo mundo moderno, o que resulta na perda de suas tradições (Hall Oliveira, 2016), o que leva o território de Serra das Araras e de Buraquinho deve ser visto como patrimônio cultural e histórico brasileiro, merecendo ser valorizado e apoiado em seus embates por direitos e justiça socioambiental.

5. CONCLUSÃO

O trabalho identificou fragilidades no sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário da comunidade de Buraquinhos – MG. Como parte das soluções para esses problemas, sugere-se a implementação de um ou mais dos oito sistemas e tecnologias alternativas de tratamento de esgoto, que se apresentam como alternativas economicamente viáveis e ambientalmente sustentável e socialmente justo para o tratamento de esgoto em áreas tradicionais e rurais.

Os sistemas selecionados visam adaptar-se às condições e especificidades territoriais e são capazes de tratar o esgoto de forma eficiente e segura, reduzindo os impactos ambientais e melhorando a qualidade de vida das famílias de comunidades tradicionais.

Os cinco tratamentos considerados mais adequados foram os sistemas (1) ReAqua (EMBRAPA Hortaliças), (2) filtro anaeróbico, (3) Tanque de Evapotranspiração (TEvap), (4) Sistemas Alagados Construídos (SAC); (5) vermifiltro. A escolha da melhor tecnologia entre as aqui analisadas dependeu também de uma análise técnico-econômica mais aprofundada, em diálogo com a comunidade local.

O aprimoramento contínuo do modelo (Reaqua) é fundamental para melhorar sua eficácia e utilidade. Além da expansão do escopo dos outros sistemas apresentados, que explorem e incorporem as diferentes finalidades para a água de reuso dos processos de tratamento. Portanto, a ampliação de modelos descentralizados contribuiria significativamente para as comunidades isoladas e famílias agricultoras.

É essencial a integração do debate sobre os sistemas alternativos para tratar o esgotamento sanitário que valorize o reuso da água no âmbito das soluções sobre políticas públicas e políticas de saneamento adequadas para comunidades no semiárido brasileiro.

Ademais, as evidências científicas em conjunto dos saberes tradicionais apontam para o agravamento da escassez da água na região, incluindo o esgotamento das águas subterrâneas, dada a expansão do monocultivo e alterações no regime de águas, inclusive devido às mudanças climáticas globais. Unido aos dados de instituições renomadas, como a Embrapa e a Fiocruz, a

percepção da comunidade, geradora de critérios, foi um dos principais fatores para seleção adequada do sistema que seja eficiente.

Visto que os programas do saneamento básico se encontram com investimentos relativamente baixos para a construção de ETEs, seria possível o aproveitamento de efluentes tratados, que poderiam ser empregados em atividades como: irrigação de culturas e jardins, lavagem de pavimentos e veículos, fins ornamentais, combate à incêndios, construção civil etc. Usos estes que independem de redes de distribuição de água de reuso. Nesse sentido, o modelo ReAqua poderia ser eficientemente aplicado na escola da comunidade de Buraquinhos por exemplo.

No entanto, como o reuso é uma prática recente e em crescimento, recomenda-se que a realização de estudos epidemiológicos, análise de riscos, para garantir a prática segura, o monitoramento de parâmetros como nitrogênio, fósforo, cloretos e sódio, para diminuir impactos ambientais nos ambientes aquáticos e no solo, e caso necessário incluir mecanismos para remoção destes. Outras recomendações são: a adoção de medidas para se evitar a ingestão e o contato acidental com a água de reuso, bem como conexões cruzadas com as tubulações de água potável; e o aperfeiçoamento das tecnologias para o reuso de água, com filtração por membranas, adsorção em carvão ativado, desinfecção por químicos mais seguros, entre outras tecnologias.

Este estudo traz uma contribuição ao integrar as comunidades tradicionais e diferentes atores institucionais, buscando assim uma via de democratização do conhecimento e abrindo novas possibilidades de governança e projetos para o saneamento básico e ambiental em comunidades tradicionais e quilombolas.

Esperamos que as informações compiladas ao longo do trabalho, sejam de interesse coletivo, com ressalva para os órgãos citados. Sugerimos como recomendações finais:

- Articulação para evidenciar as demandas de comunidades quilombolas sob respaldo de órgãos como a Secretarias de Saúde e Saneamento do Município e Estado, como a COPASA, IGAM e Conselhos de Meio

Ambiente, incluindo a reativação da Fundação Nacionais de Saúde (Funasa) e o Conselho de Meio Ambiente do Município da Chapada Gaúcha. Além das Secretárias de Educação e IES, no que tange a incorporação de temas transversais à água e seus usos múltiplos, bem como a adequação de sistemas de tratamento de efluentes.

- Promoção de ações por parte da administração dos Parques: Nacional Grande Sertão e o Estadual Serra das Araras para implementação de projetos que visem a segurança para a saúde ambiental da comunidade de Buraquinhos, assim como das demais comunidades tradicionais que vivem no território.
- Fortalecimento do Coletivo das Guardiãs das Veredas.
- Articulação de ações junto a associações comunitárias, ONGs e demais atores e a população da área de abrangência do SAT e suas imediações.
- Diálogo organizado e contínuo das famílias da comunidade entre si e entre as famílias de comunidades tradicionais do território, assim como com os órgãos governamentais e não governamentais, como a prefeitura de Chapada Gaúcha.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.969/97.

Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229:

Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, ABNT. 1993.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648:

Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto,**

construção e operação de sistema de tanques sépticos - NBR 7229. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969:

Tanques Sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ACSELRAD, H. **Mapeamento, identidades e territórios.** In: ACSELRAD. (org).

Coleção Território, ambiente e conflitos sociais. N. 2. Cartografia social e dinâmicas territoriais: marcos para o debate. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 225 p., 2012.

AGENDA 21. **Proteção da Qualidade e do Abastecimento dos Recursos**

Hídricos: Aplicação de Critérios Integrados no Desenvolvimento, Manejo e Uso dos Recursos Hídricos. Capítulo 18. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 1992.

AISSE, M. **Sistemas econômicos de tratamento de esgotos sanitários.** Rio

de Janeiro: ABES, 2000.

ALVES, J. **Demografia e Economia nos 200 anos da Independência do Brasil e cenários para o século XXI** (com a colaboração de GALIZA, F.). ENS. 2022.

AMORIM, R. **Tecnologia SARA: uma alternativa em potencial frente à vulnerabilidade hídrica no Semiárido**, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/ptbr/assuntos/noticias/a-tecnologia-sara-frente-a-problemativa-davulnerabilidade-hidrica-nosemiarido>>. Acesso em: 22 maio 2023.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas/** Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental — Brasília: ANA, 2017.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual/** Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico — Brasília: ANA, 2024.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Estudo da Agência Nacional de Águas aborda uso da água no setor industrial**, 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias/estudo-da-agencia-nacional-de-aguasabordauso-da-agua-no-setor-industrial>>. Acesso em: 18 mar. 2023

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Panorama das águas**. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Reúso de água e potenciais perigos e riscos à saúde humana e ao meio ambiente**. Reúso de Água Agrícola e Florestal, cap. 05, 2014. Disponível em:

<<http://dspace.agencia.gov.br:8080/conhecerhana/2218>>. Acesso em: 12 maio 2023.

ANJOS, R. **Territórios étnicos**: o espaço dos quilombos no Brasil. In: SANTOS, R. (Org.). Diversidade, espaço e relações sociais: o negro na Geografia do Brasil. Belo Horizonte: Autêntica, 2007, p.119-122.

ARACAJU. **Lei nº 4026, de 28 de abril de 2011**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/se/a/aracaju/lei-ordinaria/2011/403/4026/lei-ordinaria-n-4026-2011-cria-o-programa-de-reúso-de-agua-em-postos-degasolina-e-lava-rapidos-no-municipio-de-aracaju-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

ARANTES, J. **Avaliação do tratamento de esgoto doméstico pôr meio de sistema adaptado de wetlands construídos**. Rio Verde, 2020. 110 p.

AVELINO, B.; SANTOS D.; QUEIROZ, J. **Comunidades Quilombolas e a Luta Pelo Direito ao Território**: Estudos Universitários de Direitos Fundamentais. Volume 1. Salvador: Editora Direito Levado a Sério, 2021. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/30803609-Cartografia-social-e-dinamicas-territoriais-marcos-para-o-debate-henri-acselrad-org.html>>. Acesso em 7 dez. 2023

BECKER, B. **Territórios, Territórios**: ensaio sobre o ordenamento territorial. A Amazonia e a política ambiental brasileira. Cap. 2, p. 22-42. 3 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

BOFF, L. **As origens do conceito de sustentabilidade**. In: BOFF, LEONARDO. Sustentabilidade: o que é: o que não é. Edição digital. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017, p. 31-37.

BRAGA, M.; LIMA, C. E. **Reúso de água na agricultura**. Brasília, DF : Embrapa, 2014.

BRASIL, **Constituição de 1934**. Presidência da República: Casa Civil. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao34.html>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde - MS. **Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua)**. Vigilância em Saúde e Ambiente, Saúde Ambiental. Creative Commons Atribuição-SemDerivações 3.0. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigiagua>>. Acesso em 13 de fev. de 2024.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **1º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública** / Fundação Nacional de Saúde – 2 ed. Brasília: FUNASA, 2013.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **Manual de saneamento**. Brasília: 5ª. ed, 2019. Disponível em:<<http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica>>. Acesso em: 28 abr. 2023.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **Saneamento Rural: o desafio de universalizar o saneamento rural**. Boletim Informativo, n. 10, dez. 2011. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/blt_san_rural.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2023.

BRASIL. Lei Nº 14.026, De 15 de Julho de 2020: **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. **Constituição Federal da República 1988**. Presidência da República: Casa Civil. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao-Compilado.htm>. Acesso em: 27 mar 2023.

BRASIL. **Decreto nº 6040 de 7 de fev. de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF: 2007.

BRASIL. **Decreto nº 4.887, de 20 de nov. de 2003.** Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias.

BRASIL. EMBRAPA HORTALIÇAS. **Estação de tratamento de esgoto garante água limpa para irrigação de hortaliças.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58709631/estacao-de-tratamento-de-esgoto-garante-agua-limpa-para-irrigacao-de-hortalicas>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BRASIL. EMBRAPA. **Fossa Séptica Biodigestora.** São Carlos, 2001.

BRASIL. IPHAN, Ministério da Cultura. **Carta do Rio, de junho de 1992, Conferência Geral das Nações Unidas Sobre o Ambiente e o Desenvolvimento.** Publicado no Caderno de Documentos nº 3 - “Cartas Patrimoniais”. Ministério da Cultura, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, IPHAN. Brasília, 1995. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20do%20Rio%201992.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, 8 de janeiro de 1997.** Presidência da República: Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 27 de abr. de 2023.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Lei do Saneamento Básico.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.html>. Acesso em: 25 de abril de 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA - MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional - MIN. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017**: Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. 2017. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/739568/do1-2017-12-05-resolucao-n-115-de-23-de-novembro-de-2017-739564>. Acesso em 10 maio 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. **Agentes Populares de Saúde no Grande Sertão Veredas**. Apostila do módulo II do Curso de Formação dos Agentes Populares em Saúde no Grande Sertão Veredas – Os caminhos das Águas e do Saneamento no Território, PSAT/GEREB, 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. Programa de Promoção da Saúde, Ambiente e Trabalho (PSAT). Brasília: Fiocruz Brasília, NEAD, maio de 2018. Disponível em: < PSAT – Fiocruz Brasília>. Acesso em: 11 de dez. de 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. Relatório: **Oficina De Formação Em Saúde, Tecnologias Sociais, Agroecologia e Saneamento Rural**. Brasília: Fiocruz Brasília, 31 de maio e 01 de jun. de 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. **Projeto Inova Fiocruz** (condensado) – “Implantação de Territórios Saudáveis e Sustentáveis, no Mosaico Grande Sertão Veredas-Pandeiros-Peruaçu, no noroeste de Minas Gerais, por meio da implantação de uma governança em rede que incorpore ações intersetoriais, programáticas e participativas do SUS”. Brasília: Fiocruz Brasília, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. **Relatório Final Projeto Inova**: Construção de Territórios Saudáveis e Sustentáveis, no Mosaico Grande Sertão Veredas-Pandeiros-Peruaçu, no noroeste de Minas Gerais, por meio da implantação de uma governança em rede

que incorpore ações intersetoriais, programáticas e participativas do Sistema Único de Saúde (SUS), Brasília: Fiocruz Brasília 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério da Saúde. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento: orientações técnicas**. Brasília: 3º ed., 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil**. Brasília: Organização PanAmericana da Saúde, 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES – MCID. **O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)**. 2023 Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES – MCID. **Processos De Tratamento De Esgotos: Guia do profissional em treinamento: nível 2 - ReCESA**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: Ministério das Cidades, 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES - MCID. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Consumo de água por habitante**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>>. Acesso em maio 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES - MCID. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 3 mai. 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: coleta 2015**. Brasília, DF. 2016c. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/snisweb/>>. Acesso em: 3 mai. 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2014**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae2014>>. Acesso em: 3 mai. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome – MDS. [s.d.] **Levantamento de Comunidades Quilombolas**. Disponível em: <[levantamento-de-comunidades-quilombolas.pdf \(mds.gov.br\)](#)>. Acesso em 11 de dez. de 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021** /Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília: 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional: Brasília/ DF, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado - Programa Cerrado Sustentável**. Proposta elaborada pelo Grupo de Trabalho do Bioma Cerrado, instituído pela Portaria MMA n.º 361 de 12 de setembro de 2003. Brasília-DF, 49 p., 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CNRH nº 121, de 28 dezembro de 2010**. Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso

direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília, DF: Dou, 9 mar. 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

CAMPINAS. **Lei nº 12.474, de 16 de janeiro de 2006**. Cria o programa municipal de conservação, uso racional e reutilização de água em edificações e dá outras providências. Disponível em: <<http://cmcampinas.jusbrasil.com.br/legislacao/318286/lei-12474-06>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

CASTRO, I. E. **Geografia e política**: território, escalas de ação e instituições. Org.: Iná Elias de Castro. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Reúso de Água**. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/8-2/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

CETESB- Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. **Proposta de Minuta de Resolução SES/SMA/SERHS sobre a disciplina do reúso direto de água não potável proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário de sistemas públicos para fins urbanos.** 2012.

CHERNICHARO, C. (coord.) et al. **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.** Belo Horizonte: [s.n.], 2001. 554 p.

CHERNICHARO, C. **Reatores anaeróbios.** Belo Horizonte: Dep. de Engenharia Hidráulica e Sanitária, UFMG, 1997. 245 p.

COMISSÃO EUROPEIA. Comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões. **Pacto Ecológico Europeu.** Bruxelas, 2019. Disponível em: https://eurlex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_1&format=PDF. Acesso em: 13 ago. 2023.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, CMMAD. **Em busca do Desenvolvimento Sustentável.** In: COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso Futuro Comum.* 2º edição. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991, segundo capítulo.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n.357 de 17 de março de 2005.** Brasília: Diário Oficial da União, 2005. 23p

COUTO, J. **Risco de acidentes na zona rural.** Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/esg3.htm. Acesso em: 10 de mar. de 2020.

CUIABÁ. **Lei nº 4748, de 07 de março de 2005.** Dispõe sobre o reúso da água das estações de tratamento de esgoto. Disponível em: < <http://cm-cuiabamt.jusbrasil.com.br/legislacao/570111/lei-4748-05> >. Acesso em: 30 ago. 2023.

CUNHA, V. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reúso urbano**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo: 2008.

CURITIBA. **Lei nº10.785, de 29 de março de 2003**. Cria no município de Curitiba, o programa de conservação e uso racional de água nas edificações - PURAE. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/leiordinaria-n-10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-euso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purae>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

DARU - Diretiva das Águas Residuais Urbanas. Regulamento (ce) n.º 1137/2008 do parlamento europeu e do conselho de 22 de out. de 2008. **Tratamento de águas residuais urbanas**. 2008.

DAYRELL, C. **Geraizeiros e biodiversidade no Norte de Minas**: a contribuição da agroecologia e da etnoecologia nos estudos dos agroecossistemas tradicionais. Universidade Internacional de Andalucia. Dissertação – Maestria em Agroecologia e Desarrollo Rural Sostenible: 1998.

EBC - Empresa Brasil de Comunicação. **A água no Brasil: da abundância à escassez**. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez> Acesso em: 07 ago 2023.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Onsite Wastewater Treatment Systems Manual**. Disponível em: <www.epa.gov/ORD/NRMRL/Pubs/625R00008/625R00008prelim.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2023.

FACHIN, Z.; SILVA, D. **Acesso à água potável**: direito fundamental de sexta dimensão. 2. ed. Campinas, SP: Millennium, 2012.

FERREIRA, D.; NAVONI, J. A.; ARAÕJO, A. L.; AMARAL, V. **Risk perception of populations in Northeastern Brazil about domestic sewage treatment and reuse**. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 23, n. 0, p. 1-19, ago. 2020.

FapUNIFESP

(SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/18094422asoc20180098r1vu2020l4ao>.

FIGUEIREDO, I. **Tratamento de esgoto na zona rural: Diagnóstico participativo e aplicação de tecnologias alternativas**. Campinas - SP, 2019.

FIOCRUZ/SEI. Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde. SEI/FIOCRUZ - 2856529 – **Portaria Da Gerência Regional De Brasília (GEREB)**. Portaria Nº 040/2023, de 20 de junho de 2023. Diário Oficial da União, Brasília: 2023. Disponível em: < Port.040-GEREB-2023-.pdf (fiocruz.br)>. Acesso em: 11 de dez. de 2023.

FIOCRUZ/SEI. Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde. SEI/FIOCRUZ nº 25027.000232/2020-42. **Projeto Básico Fiotec** - Execução de Atividades de Apoio. Processo nº 25027.000232/2020-42, SAGE: 5023.6174.624.31886; Emenda Parlamentar nº 40640024. SEI, Brasília: 2020. Disponível em: < SE/FIOCRUZ - 0433296 - Projeto Básico Fiotec - Ativ. de Apoio Lei 8666/93)>. Acesso em: 11 de dez. de 2023.

FIOTEC. **Portal de Acesso à informação**. Formação-Ação em Vigilância Popular nas Comunidades Quilombolas da Região De Arinos, do Grande Sertão Veredas. Gereb - Gerência Regional de Brasília. Fiocruz Brasília: 2023. Disponível em: <FIOTEC - Portal do Acesso à Informação>. Acesso em: 11 de dez. de 2023.

FLORIANÓPOLIS. **Lei nº 8080, de 07 de dezembro de 2009**. Institui programa municipal de conservação, uso racional e reúso da água em edificações e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/leiordinaria/2009/808/8080/lei-ordinaria-n-8080-2009-institui-programa-municipal-deconservacao-uso-racional-e-reuso-da-agua-em-edificacoes-e-da-outras-providencias> >. Acesso em: 30 ago. 2023.

FONSECA, P. **Avaliação do Desempenho e Caracterização de Parâmetros em Lagoas Facultativa e de Maturação**. Dissertação Mestrado (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro: 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Revista de Educação, [S.l.]. 1988. Disponível em <https://acervoapi.paulofreire.org/server/api/core/bitstreams/48d19c71-c3df-4772-96c3-4194a73329d5/content>. Acesso em 10 de fev. de 2024.

FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA. **Plano de manejo do Parque Estadual da Serra das Araras**. Brasília: [s.n.], 2005. Disponível em: <http://biblioteca.meioambiente.mg.gov.br/index.asp?codigo_sophia=2679>. Acesso em: 11 mai. 2023.

GARCEZ, L. N. **Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária**. 2. ed. São Paulo: E. Blücher, 2014.

GARCIA, M.S.D.; FERREIRA, M. P. **Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana**; Dignidade Re-Vista, Número (3), ISSN 2525-698X; 2017

GIULIANO, A.; SOUZA, G., ROSANA, C. **Impactos de estações de tratamento de esgotos sanitários sob a perspectiva das populações circunvizinhas: estudos de caso na bacia do Piracicaba**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004, Florianópolis. Livro de Resumos, 2004. v. único.

GLOBO RURAL. **Projeto da Embrapa pode levar tratamento de esgoto de baixo custo para zona rural**. Disponível em: globoplay.globo.com/v/9520357/. Acesso em: 20 mar. 2023.

GONÇALVES, R. (org.). **Desinfecção de efluentes sanitários**. Vitória: PROSAB/ABES, p. 438, 2003.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Resolução CONERH nº 75, de 29 de julho de 2010**. Diário Oficial do Estado: 2010.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Lei nº 16.033**. Diário Oficial do Estado: 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 10.487**. Diário Oficial do Estado: 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Lei nº 11.552**. Londrina: Secretaria do Município de Londrina, 2012.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Lei nº 7.424. Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de água de reúso pelos órgãos integrantes da administração pública**. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Lei nº 7.599, de 24 de maio de 2017**. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro: 2017.

HAESBAERT, R. **Territórios, Territórios: ensaio sobre o ordenamento territorial. Concepções de território para entender a desterritorialização**. Cap. 3, p. 43-71. 3 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

HESPANHOL, I. Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 7, n. 4, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v7n4>>. Acesso em: 05 de dez. de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Esgotamento sanitário adequado: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão**. IBGE: 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População no último censo: IBGE, Censo Demográfico 2010**.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área urbanizada: IBGE**, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, Áreas Urbanizadas do Brasil: 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em: 27 de mai. de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49268.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Hierarquia urbana: IBGE. Regiões de Influência das Cidades 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 04 dez. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mesorregião: IBGE, Divisão Territorial Brasileira - DTB 2021**.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/protecao-social/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2014**. Rio de

Janeiro, 2015. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94935.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada: IBGE**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Região de Influência: IBGE**. Regiões de Influência das Cidades 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 04 de dez. de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Secretaria Especial de Articulação Social - SEAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Brasil, 2023. Transformando Nosso Mundo - A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>. Acesso em: 20 jun. 2023.

IEF - INSTITUTO ESTADUAL DAS FLORESTAS. **Parque Estadual Serra Das Araras**. Portal Meio Ambiente de Minas Gerais, Instituto Estadual de Florestas, 2022. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/3306-nova-categoria/1765-parque-estadual-serra-das-araras->>. Acesso em: 09 de ago. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO (Campina Grande). **Sobre o INSA**. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br>>. Acesso em: 17 abr. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **Saneamento 2020: Passado, Presente e Possibilidades de Futuro para o Brasil**. São Paulo: Editora do INSA, 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Qualidade da Regulação do Saneamento no Brasil e Oportunidades de Melhoria**. Instituto Trata Brasil: 2021. Disponível

em: <<http://www.tratabrasil.org.br/pt/estudos/estudos-itb/itbs>>. Acesso em: 18 de ago, 2023.

IPEMA - INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DA MATA ATLÂNTICA. Disponível em:<<http://www.ipemabrasil.org.br>>. Acesso em: 11 ago. 2023.

JUIZ DE FORA. **Lei nº 12.448, de 22 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de alternativas tecnológicas, ambientalmente sustentáveis, nos prédios residenciais, comerciais com mais de dez unidades e nas edificações isoladas que menciona. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/e_atos/e_atos_vis.php?id=13393>. Acesso em: 30 ago. 2023.

KADLEC, R.; WALLACE, S. **Treatment Wetlands.** 2. ed., Boca Raton: CRC Press. 2009.

LEAL, A. **População rural do Brasil é maior que a apurada pelo IBGE, diz pesquisa.** Agência Brasil, EBC, 2015. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-03/pesquisa-diz-que-populacao-rural-do-brasil-e-maior-que-apurada-pelo-ibge>>. Acesso em 17 de jun. 2023.

LETTINGA, G.; VELSEN, A.; HOBMA, S.; ZEEUW, W; KLAPWIJK, A. **Use of the upflow sludge blanket (USB) reactor concept for biological wastewater treatment especially anaerobic treatment.** Biotechnology and Bioengineering, New York, v.22, n.4, p.699-734, 1980.

LIBRALATO, G.; GHIRARDINI, A.; AVEZZÙ, F. **To centralise or to decentralise:** An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. Journal Of Environmental Management, [s.l.], v. 94, n. 1, p.61-68, 2012. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.010>>. Acesso em 20 de jul. de 2023.

LIMA, C. E. P. et al. **Os sistemas produtivos de hortaliças frente às mudanças climáticas: projeções e desafios**. In: Mudanças climáticas e produção de hortaliças: projeções, impactos, estratégias adaptativas e mitigadoras. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1020911>>. Acesso em: 01 de jul. de 2023.

LIMA, C. E. P. **Mudanças Climáticas E Produção De Hortaliças: Situação atual, projeções e tecnologias de adaptação**. Disponível em: <<https://www.paranapanema.org/wp-content/uploads/2021/10/APRESENTACAO-2-01.102021-MUDANCAS-CLIMATICAS-CARLOS.pdf>> Acesso em: 27 mar. 2023.

LIMA, R.; CAVALCANTE, A.; PEREZ-MARIN, A. (Eds.). **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011.

LITTLE, P. E. **Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade**. Série Antropologia, n. 322. Brasília: Departamento de Antropologia, 2002.

MACHADO, J.; et al. **Territórios saudáveis e sustentáveis: contribuição para saúde coletiva, desenvolvimento sustentável e governança territorial**. **Revista Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 28 n. 02, p. 243-249. 2017. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/periodicos/ccs_artigos/territorio_%20saudaveis_%20sustentaveis.pdf>. Acesso em 22 abr. 2023.

MACHADO, J.; UCKER, F.; SILVA JUNIOR, M.; ALONSO, R., Situação do saneamento básico no bairro vila mutirão na cidade de Goiânia-GO; **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, Número (8), 104-145, ISSN: 2236-8779; 2015.

MANAUS. **Lei nº 1192, de 31 de dezembro de 2007**. Cria, no município de Manaus, o programa de tratamento e uso racional das águas nas edificações -

Pro-águas. Disponível em: < <http://cm-manaus.jusbrasil.com.br/legislacao/824684/lei-1192-07> >. Acesso em: 30 out. 2023.

MANCUSO, P.; SANTOS, H. **Reúso de água**. MARTINE, G.; ALVES, J.; CAVENAGHI, S. **Urbanization and fertility decline: Cashing in on Structural Change**, IIED Working Paper. London: IIED, 2013.

MARTINETTI, T. *et al.* **Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais**. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2007.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 1, p. 652–659, 2009.

MATTOS, O. **Avaliação de Desempenho da Lagoa Aerada do CETE Poli/UFRJ**. Dissertação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro: 2005.

MAYER, M. *et al.* **Tecnologia de tratamento de esgoto: uma alternativa de saneamento básico rural e produção de água para reúso agrícola no Semiárido Brasileiro**. Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil. p. 103-112, 2020.

MAYER, M. *et al.* **Tratamento de esgoto na zona rural visando ao reúso agrícola no semiárido brasileiro**. Reengenharia de Lagoas de Estabilização, [S.L.], v. 69, n. 229, p. 104-114. Revista DAE: 2021.

MAZZETO SILVA, C. E. **Ordenamento territorial no Cerrado brasileiro: da fronteira monocultora a modelos baseados na sociobiodiversidade**. In *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, p. 89-109 n. 19, Curitiba: Editora UFPR, 2009.

MENDONÇA, S. R.; MENDONÇA, L. C. **Sistemas sustentáveis de esgotos**. São Paulo: Blücher, 2016.

METCALF, L.; EDDY H. P. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MORAES, A. et al. **Sistemas de tratamento de esgoto e reúso agrícola: uma contribuição ao saneamento básico rural - Juazeiro, BA: Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA 2023**.

MOURA, P. et al. **Água de Reúso: uma Alternativa Sustentável para o Brasil. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. in press, 2020.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Nações Unidas Brasil, 2023. Notícias. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**, 2010. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/66851-os-objetivos-de-desenvolvimento-do-mil%C3%AAnio>>. Acesso em: 20 de jun. de 2023.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Nações Unidas Brasil, 2023. Notícias. **Vinte anos depois: Agências da ONU avaliarão progressos alcançados após a Cúpula da Terra em 1992**, 2012. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/59302-vinte-anos-depois-ag%C3%AAncias-da-onu-avaliar%C3%A3o-progressos-alcan%C3%A7ados-ap%C3%B3s-c%C3%BApula-da-terra-em>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Nações Unidas Brasil, 2023. **Sobre as Nações Unidas no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/about/about-the-un>. Acesso em: 20 jun. 2023.

NITERÓI. **Lei nº 2856, 26 de julho de 2011**. Instituinto mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas. Disponível em: <http://pgm.niteroi.rj.gov.br/legislacao_pmn/2011/LEIS/2856_Dispos_e_sobre_o_Sistema_de_Coleta_e_Reutilizacao_de_Aguas_Servidas_Publicas_e_Privadas.pdf>. Acesso em: 30 agot. 2023.

NOGUEIRA, M. **Gerais a dentro e a fora: identidade e territorialidade entre Geraizeiros do Norte de Minas Gerais**. Tese (doutorado em antropologia)-ICS/DAN, UNB/ Brasília: 2009.

NOVAES, A. *et al.* **Utilização de uma Fossa Séptica Biodigestora para Melhoria do Saneamento Rural e Desenvolvimento da Agricultura Orgânica**. Comunicado Técnico 46. São Carlos: Embrapa, 2002.

OLIVEIRA, F.; MATTIAZZO, M.; MARCIANO, C. R.; MORAES, S. Percolação de nitrato em Latossolo Amarelo Distrófico afetada pela aplicação de composto de lixo urbano e adubação mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.731-742, 2001.

OLIVEIRA, L. Os “Limites Do Crescimento” 40 anos depois: das “Profecias do Apocalipse Ambiental” ao “Futuro Comum Ecologicamente Sustentável”. **Revista Continentes (UFRRJ)**, Rio de Janeiro, ano 1, n. 1, 2012.

OLIVEIRA, T. **Modernização conservadora no Cerrado Gerais da Chapada Gaúcha – MG: um estudo de caso em Buraquinhos**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) —Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

PARAÍBA. **Lei nº 10.033, de 03 de julho de 2013**. Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba, e dá outras providências. Disponível em: < http://201.65.213.154:808091/sapl/sapl_documentos/norma_juridica/10743_texto_integral >. Acesso em: 30 ago. 2023.

PARLAMENTO EUROPEU. **Regulamento UE 2020/741**, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de maio de 2020. Bruxelas: Parlamento Europeu, 2020.

PIEROTTI, S. **Avaliação da partida de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), em escala real, sob condições hidráulicas desfavoráveis**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos: 2007.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Lei nº 16.160/2015**. São Paulo: Secretaria do Governo Municipal de São Paulo: 2015.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Lei nº 16.174/2015**. São Paulo: Secretaria do Governo Municipal de São Paulo: 2015.

PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL. **Lei nº 6.616/2006**. Caxias do Sul: 2006.

PREFEITURA DE MOGI DAS CRUZES. **Ata da 81ª Reunião Extraordinária do Concelho Municipal de Saúde**. Disponível em: <https://www.mogidascruzes.sp.gov.br/public/site/doc/2022081112435962f523bf1e76b.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.

REZENDE, A. **Reúso urbano de água para fins não potáveis**. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

RIGOTTI, J.; CAMPOS, J.; HADAD, R. M. Migrações internas no Brasil: (des)continuidades regionais à luz do Censo Demográfico 2010. **Revista Geografias**, [S. l.], p. 8–24, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13444>. Acesso em: 5 dez. 2023.

ROCHA, J. C.; SANTANA FILHO, D. **Justiça Ambiental das Águas e Racismo Ambiental**. Série Textos Águas e Ambiente: Justiça pelas águas: enfrentamento ao racismo ambiental. Org.: Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ, 2008.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Água de Reúso – Modelos de Comercialização**. [s.d]. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/ap_sabesp_div_grand_cons_leste.pdf. Acesso em 6 de mai. 2023.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Água de Reúso – Modelos de Comercialização** [s.d]. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/ap_sabesp_div_grand_cons_leste.pdf. Acesso em 6 de abr. 2023.

SAITO, C.; MION, R. **Investigação-Ação**: Mudando o trabalho de formar professores Por que investigação-ação, empowerment e as idéias de Paulo Freire se integram? Ponta Grossa: Gráfica Planeta, 2001.

SAITO, C.; SANTIAGO, S. **Tema gerador e dialogicidade**: Os riscos de uma filiação ao liberalismo em leituras diferenciadas de Paulo Freire. Estudos Leopoldenses. Série Educação. Vol. 2. N° 3, p. 71-80. 1998.

SANO, E.; ROSA, R.; BRITO, J.; FERREIRA, L. **Mapeamento da cobertura vegetal do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

SANTANA FILHO, D. **Educação, política e ética pela biodiversidade**. Educar pela Biodiversidade: Salto para o Futuro. Ano XX. Boletim 07. jun. 2010.

SANTANA FILHO, D.; GÓES, E.; GERMAN, G. **Estado, Territórios Étnicos E Desenvolvimento**: Uma Análise De Raça E Gênero. XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária, "Territórios em disputa: Os desafios da Geografia Agrária nas contradições do desenvolvimento brasileiro". Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

SANTOS, A. **Aspectos Técnicos e Econômicos do Tratamento Combinado de Lixiviado de Aterro Sanitário com Esgoto Doméstico em Lagoas de Estabilização**. Tese de Doutorado (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2010.

SANTOS, M. **Territórios, Territórios: ensaio sobre o ordenamento territorial. O dinheiro e o território**. Cap. 1, p. 13-21. 3 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

SÃO PAULO. **Decreto nº 48.138, de 7 de outubro de 2003**. Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 08 out. 2003. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2003/decreto-4813807.10.2003.html>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

SÃO PAULO. **Deliberação CRH nº 156, de 11 de dezembro de 2013.** Estabelece diretrizes para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins urbanos. Disponível em:

<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation/%5C6132/deliberacaocrh156_reuso.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2023.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA - SESI PARANÁ. Portal ODS, 2021. **Conheça os indicadores ODS.** ODM, ODS, hein?. Disponível em: <<https://portalods.com.br/odm-ods-hein/>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

SEZERINO, P.; OLIJNYK, D.; BENTO, A.; PANCERI, B.; PHILIPPI, L. **Tratamento de efluente doméstico combinado com efluente agroindustrial utilizando filtro plantado com macrófitas - constructed wetlands.** Evidência, UNOESC, v. 6, p. 229-236. 2007.

SHAMMAS, N.; WANG, L. **Abastecimento de Água e remoção de Resíduos.** 3. ed. Rio de Janeiro: Ltc Editora, 2013.

SILVA, C. **Do Desenvolvimento Forasteiro ao Desenvolvimento dos Povos Ecosystemas:** A Perspectiva das Reservas Extrativistas no Cerrado Brasileiro. In: SAUER, S. BALESTRO, M.V. (Coords.). Agroecologia e os desafios da transição agroecológica. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

SILVA, G.; NOUR, E. Reator compartimentado anaeróbio/aeróbio: Sistema de baixo custo para tratamento de esgotos de pequenas comunidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.268-275, 2005.

SILVA, H.; EGERT, P.; WILLEMANN, M. **Avaliação de um Sistema Alternativo para Tratamento de Efluente Doméstico e Planejamento para uma Conscientização da Comunidade.** Mix Sustentável 7.2. 2021.

SINDUSCON/SP - Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo. **Manual de Conservação e reúso de água em edificações,** FIESP/CIESP/SINDUSCON. São Paulo: 2005.

SOUSA, J.; CEBALLOS, B.; HENRIQUE, I.; DANTAS, J.; LIMA, M. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.89-96, 2006.

TCHOBANOGLIOUS, G.; LEVERENZ, H.; NELLOR, M. H. N.; CROOK, J. **Direct Potable Reuse – A Path Forward**. Water Reuse Research Foundation, 2011.

TONETTI, A.; BRASIL, A. L.; MADRID, F. et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para a escolha de soluções. Realização Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, SP: Biblioteca UNICAMP, 2018.

TONETTI, A.; CORAUCCI FILHO, B.; STEFANUTTI, R.; FIGUEIREDO, R. F.; SÃO PEDRO, C. Remoção de matéria orgânica, coliformes totais e nitrificação no tratamento de esgotos domésticos por filtros de areia. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.3, p.209-218, 2005.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse**. U. S. Washington, DC: EPA, 2012.

UNITED NATIONS. **The road to dignity by 2030: ending poverty, transforming all lives and protecting the planet**, 2014. Disponível em: <http://www.un.org/disabilities/documents/reports/SG_Synthesis_Report_Road_to_Dignity_by_2030.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995-2014**. Florianópolis, CEPED/UFSC, 2016.

VERDÉLIO, A. **No Brasil, 45% da população ainda não têm acesso a serviço adequado de esgoto**. Agência Brasil, EBC, 2017. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-09/no-brasil-45-da-populacao-ainda-nao-tem-acesso-servico-adequado-de-esgoto>>. Acesso em: jun. 2023.

VERGES MASSARETTO, N; VERGES, J. V. G. **A heterogeneidade brasileira, os conflitos mundiais e as relações escalares no ensino de geografia: o local e o global em destaque**. In: 14 Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia Políticas, Linguagens e Trajetórias, 2019, Campinas. Anais do Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia Políticas, Linguagens e Trajetórias. Campinas: UNICAMP, 2019. v. 1. p. 2343-2354.

VITÓRIA. **Lei nº 6259, de 23 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências. Disponível em: <<http://camara-municipal-davitoria.jusbrasil.com.br/legislacao/581826/lei-6259-04>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: ed. DESA/UFMG, 2014.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, vol. 1. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização**. 3 ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2017.

WESTERHOFF, G. **Un update of research needs for water reuse**. In: Water Reuse Symposium. San Diego. San Diego, California: ed. 3. 1984.

WHO - World Health Organization. **Nitrate and nitrite in drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality**. Rev. 1. World Health Organization/UNICEF. 2011.

WHO - World Health Organization. **WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. V. 2. Wastewater uses in agriculture. 2006.

WHO - World Health Organization. **WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. V. 1. Policy and regulatory aspects. 2006.

WHO - World Health Organization. **WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. V. 4. Excreta and greywater use in agriculture. 2006.

WHO/UNICEF. 2017. **World Health Organization and the United Nations Children's Fund**. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. WHO Press, Geneva Switzerland: 2017.

WHO/UNICEF. UNICEF and World Health Organization. **Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment**. WHO Press, Geneva Switzerland. p. 90, 2015.

WHO/UNICEF. **World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF)**. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. 2017.

WHO/UNICEF. **World Health Organization and the United Nations Children's Fund**. Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment. WHO Press, Geneva Switzerland 2015.

YE, C.; LI, L.; ZHANG, J.; YANG, Y. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019.

YE, C.; LI, L.; ZHANG, J.; YANG, Y. **Study on ABR stage-constructed wetland integrated system in treatment of rural sewage**. Procedia Environmental Science, v. 12, p. 687- 692. 2012.

ZIMERMAN, A.; CORREIA, K. C.; SILVA, M. P. Land inequality in Brazil: Conflicts and violence in the countryside. Em: **Agriculture, Environment and Development**. p. 113–140. Cham: Springer International Publishing, 2022.