INTERAÇÃO ENTRE ORGANIZAÇÃO SOCIOTERRITORIAL, MODOS DE VIDA E SANEAMENTO EM COMUNIDADE INDÍGENA GUARANI: ESTUDO DE CASO NA ALDEIA MBYÁ KUARAY HAXA

Matheus Moraes da Costa Pinto[1]
Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Diretor de Projetos da ELiPSE Jr.
Fernando Augusto Silveira Armani[2]
Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia e mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). É professor da mesma instituição, atuando nos cursos de Engenharia Civil e Ambiental, com ênfase em pesquisas voltadas ao saneamento ambiental e básico descentralizado.
Jandaira dos Santos Moscal[3]
Doutoranda em Sistemas Costeiros e Oceânicos na Universidade Federal do Paraná (UFPR). É mestre em Gestão do Território pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, graduada em Engenharia Florestal e especialista em Análise Ambiental pela UFPR. Atua e pesquisa temas voltados a conflitos socioambientais, populações tradicionais, unidades de conservação e sustentabilidade socioambiental.
Silvia Pedroso Melegari[4]
Professora Adjunta na Universidade Federal do Paraná (UFPR), campus Pontal do Paraná (CEM). Possui graduação em Química, mestrado e doutorado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), além de pós-doutorados pela mesma instituição, pela UQAM (Canadá) e pela Northwestern University (EUA). Atua nas áreas de ciências ambientais, com ênfase em toxicologia aquática, qualidade e química ambiental.

Endereço[(1)]**:**Rua Pau Brasil, 1034, Apto 09 - Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - CEP: 83255-000 - Brasil - Tel: +55 (41) 99554-7756 - e-mail:matheusmoraes@ufpr.br.

RESUMO
Analisa-se a relação entre organização socioterritorial, modos de vida e saneamento na aldeia indígena Guarani Mbyá Kuaray Haxa, localizada no litoral do Paraná, em área sobreposta à Reserva Biológica Bom Jesus. Parte-se do entendimento de que comunidades tradicionais possuem formas próprias de ocupação do território, circulação interna e reorganização das moradias, demandando adaptações no planejamento dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A pesquisa foi desenvolvida como estudo de caso descritivo, com revisão bibliográfica, análise documental, visitas de campo, observação direta, registros fotográficos e avaliação de laudos laboratoriais de água e esgoto. Os resultados apontam vulnerabilidades no abastecimento de água, com presença de indicadores microbiológicos em amostras de captação e reservação, além de elevada carga orgânica nos efluentes domiciliares, evidenciada por parâmetros como DBO, DQO, turbidez e Escherichia coli. A discussão demonstra que soluções convencionais apresentam limitações diante da mobilidade interna da aldeia, da declividade do terreno, da distribuição dos pontos geradores de efluentes e das restrições ambientais da unidade de conservação. Nesse contexto, o vermifiltro é apresentado como alternativa técnica a ser avaliada futuramente. Conclui-se que o saneamento em comunidades indígenas deve considerar as especificidades socioculturais e territoriais, articulando saúde coletiva, conservação ambiental e respeito aos modos de vida locais.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento rural, Qualidade da Água, Vermifiltro.

INTRODUÇÃO
O planejamento de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em comunidades tradicionais exige uma leitura diferente daquela usualmente aplicada em áreas urbanas. Em grande parte das cidades, os projetos de saneamento partem de pressupostos relativamente estáveis: lotes definidos, ruas consolidadas, densidade previsível, redes fixas e permanência prolongada das edificações. Em comunidades indígenas, caiçaras, quilombolas e outros grupos tradicionais, entretanto, a ocupação do território pode seguir outras referências, ligadas à organização familiar, às práticas de subsistência, aos caminhos internos, às relações espirituais com o espaço e à disponibilidade de recursos naturais. Nesses casos, o saneamento não pode ser

entendido apenas como implantação de tubos, fossas ou estações de tratamento. Ele precisa ser pensado como parte da relação entre saúde coletiva, território, cultura e conservação ambiental.

Essa discussão se torna especialmente relevante quando a comunidade está localizada em área ambientalmente sensível ou submetida a restrições legais de uso do solo. Em unidades de conservação de proteção integral, por exemplo, a construção de estruturas permanentes pode ser limitada, dificultando a implantação de soluções sanitárias convencionais. Ao mesmo tempo, a ausência de infraestrutura adequada tende a ampliar riscos de contaminação da água, do solo e dos corpos hídricos, afetando diretamente a saúde das famílias. Assim, o desafio não consiste apenas em escolher uma tecnologia de tratamento, mas em compreender qual solução pode funcionar em determinado território, com determinada população e dentro de determinados limites legais e ambientais.

A aldeia Kuaray Haxa, também referida como Tekoa Kuaray Haxa, está localizada no litoral do Paraná, em área situada entre os municípios de Antonina e Guaraqueçaba, às margens da PR-405. A comunidade pertence ao povo Guarani Mbyá e sua presença no território atual está associada a processos de deslocamento, retomada territorial e busca por um local adequado à reprodução de seu modo de vida. Estudos sobre o caso indicam que os moradores são oriundos da Terra Indígena Mangueirinha, no interior do Paraná, e passaram por deslocamentos antes de se fixarem na área posteriormente abrangida pela Reserva Biológica Bom Jesus (JABUR, 2018; PIGOSSO; MOSCAL; GOLDBACH, 2018; FIOCRUZ, 2026).

A formação da aldeia, portanto, não deve ser interpretada como ocupação aleatória ou recente no sentido de ausência de vínculo territorial. No caso Guarani Mbyá, os deslocamentos integram uma dinâmica histórica mais ampla, relacionada a trajetórias familiares, redes de parentesco, busca por condições de permanência e vínculos espirituais com lugares considerados adequados para a vida comunitária. Barbosa (2022) destaca que a Tekoa é espaço concreto de reprodução do nhanderekó, isto é, do modo de vida Guarani, e não uma simples unidade espacial delimitada por critérios administrativos externos. Desse modo, o território não é apenas suporte físico para moradia, mas condição para a continuidade cultural, social e espiritual do grupo.

A sobreposição entre a aldeia Kuaray Haxa e a Reserva Biológica Bom Jesus constitui um dos elementos centrais para compreender os limites impostos à infraestrutura local. A REBIO Bom Jesus foi criada em 2012 com objetivo de preservar formações de Mata Atlântica, mananciais e cursos d'água da bacia hidrográfica do litoral paranaense. Ao mesmo tempo, a presença da comunidade indígena na área produziu um conflito socioambiental que envolve proteção ambiental, direitos territoriais indígenas, regularização fundiária e condições básicas de permanência. O Mapa de Conflitos da Fiocruz registra, entre os impactos relacionados ao caso, a alteração no regime tradicional de uso e ocupação do território, a falta ou irregularidade na demarcação territorial e a falta de saneamento básico (FIOCRUZ, 2026).

Além da dimensão jurídica, a organização espacial da aldeia também apresenta características importantes para o planejamento sanitário. A disposição das moradias, a declividade do terreno, a existência de estruturas residenciais, como cozinhas e banheiros em cada casa, e a possibilidade de reorganização interna das casas ao longo do tempo criam condições distintas daquelas previstas em projetos urbanos convencionais. Embora o termo semi-nômade possa ser utilizado para indicar a mobilidade e a reorganização das moradias, é necessário empregá-lo com cautela, pois a mobilidade Guarani não significa ausência de território. Ao contrário, trata-se de uma forma própria de viver e atualizar o vínculo com o espaço.

Nesse contexto, a discussão sobre saneamento precisa articular os dados técnicos de qualidade da água e do esgoto com as condições socioterritoriais da comunidade. Os laudos laboratoriais disponíveis permitem caracterizar amostras de captação, reservação e esgoto domiciliar, mas ainda não há resultados de tratamento implantado. Por isso, este trabalho não avalia a eficiência de uma tecnologia em operação. O vermifiltro é discutido como alternativa técnica preliminar, ainda não implantada, cuja pertinência decorre do diagnóstico local e da necessidade de soluções descentralizadas, modulares e de baixa interferência física.

Diante desse cenário, o trabalho busca relacionar as condições sanitárias observadas em campo com a forma de ocupação da aldeia, considerando que a escolha de tecnologias de tratamento precisa partir da realidade local e não apenas de critérios técnicos gerais.

OBJETIVO(S)

O objetivo deste trabalho é compreender a relação entre organização socioterritorial, modos de vida e condições de saneamento na aldeia indígena Guarani Mbyá Kuaray Haxa, analisando as formas de abastecimento de água e esgotamento sanitário existentes e discutindo a viabilidade preliminar do vermifiltro como alternativa descentralizada de tratamento de esgoto.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aldeia Kuaray Haxa está localizada no litoral do estado do Paraná, inserida em uma área remanescente do bioma Mata Atlântica, sendo um território reocupado pelo grupo Guarani Mbyá desde o ano de 2012. Conforme aponta Jabur (2018), a área encontra-se em um complexo contexto de sobreposição com a unidade de conservação de proteção integral Reserva Biológica (REBIO) Bom Jesus. Essa sobreposição fundiária impõe condicionantes à consolidação de infraestrutura básica, exigindo que as soluções sejam compatibilizadas com a conservação ambiental e com os direitos das comunidades tradicionais. Como a comunidade ainda aguarda definição judicial quanto à permanência no local, o planejamento de soluções de saneamento e moradia deve considerar tanto as restrições ambientais da unidade de conservação quanto os instrumentos de mediação e compatibilização existentes.

SANEAMENTO EM COMUNIDADES TRADICIONAIS

A literatura sobre saneamento rural e comunidades tradicionais indica que a implantação de infraestrutura sanitária deve considerar a diversidade de formas de ocupação do território. Tonetti et al. (2018) destacam que comunidades isoladas podem estar situadas em áreas rurais, litorâneas, terras indígenas, unidades de conservação e territórios de populações tradicionais, exigindo abordagem diferenciada para implantação e operação dos sistemas. Em muitos contextos, a adoção direta de modelos urbanos, centralizados e permanentes tende a produzir soluções pouco adequadas, seja pela distância entre moradias, pela baixa densidade populacional, pela dificuldade de operação e manutenção ou pela incompatibilidade com práticas locais.

Do ponto de vista técnico, o saneamento envolve abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem, conforme as diretrizes nacionais de saneamento básico (BRASIL, 2007). No entanto, para comunidades tradicionais, a dimensão técnica precisa ser articulada à participação social e ao reconhecimento dos modos de vida. Assim, uma tecnologia eficiente em área urbana pode não se sustentar em campo se exigir manutenção complexa, materiais de difícil reposição, grandes obras de concreto ou implantação em local sujeito à reorganização pela comunidade.

No caso do esgotamento sanitário, soluções descentralizadas podem apresentar maior adequação a comunidades pequenas, dispersas ou localizadas em áreas de acesso restrito. Segundo Tonetti et al. (2018), esses sistemas tratam o esgoto próximo ao ponto de geração e podem ser unifamiliares ou semicoletivos. Entretanto, mesmo tecnologias simples exigem diagnóstico prévio, dimensionamento, operação, manutenção e monitoramento, para evitar apenas a transferência do problema sanitário de um ponto para outro.

TERRITÓRIO GUARANI MBYÁ, NHANDEREKÓ E MOBILIDADE

A compreensão do território Guarani Mbyá exige atenção ao conceito de nhanderekó, frequentemente traduzido como modo de ser ou modo de vida Guarani. Barbosa (2022) destaca que a Tekoa é o espaço concreto de reprodução desse modo de vida, envolvendo dimensões materiais e imateriais. Desse modo, a aldeia não é apenas um conjunto de moradias, mas um espaço onde se realizam relações familiares, práticas espirituais, formas de educação, alimentação, circulação e vínculo com a mata.

A mobilidade, nesse contexto, não corresponde a uma ausência de pertencimento territorial. Pelo contrário, os deslocamentos, as caminhadas e a reorganização de moradias estão associados a redes de parentesco, trajetórias históricas e lugares espiritualmente legitimados. Barbosa (2022) observa que o território Mbyá não se limita a fronteiras administrativas fixas, sendo constituído por relações entre Tekoas e por uma espacialidade que articula permanência e movimento. Essa leitura é fundamental para evitar interpretações simplificadas que classifiquem os Guarani apenas como nômades ou errantes.

Para o planejamento do saneamento, essa concepção territorial possui implicações diretas. Se a organização das moradias pode se alterar ao longo do tempo, sistemas rígidos, enterrados e dependentes de redes permanentes podem perder funcionalidade ou se tornar inadequados. A solução sanitária precisa acompanhar, tanto quanto possível, a dinâmica de uso do território, permitindo ajustes e manutenção sem impor uma forma externa de organização espacial à comunidade.

SOBREPOSIÇÃO COM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E CONFLITO SOCIOAMBIENTAL

A aldeia Kuaray Haxa está inserida em um contexto de conflito socioambiental relacionado à sobreposição entre território indígena e unidade de conservação de proteção integral. Jabur (2018) analisa esse caso a partir da tensão entre direitos territoriais indígenas e conservação da natureza via áreas protegidas. A autora destaca

que a criação de unidades de conservação, quando desconsidera a presença e os direitos de populações originárias, pode reproduzir formas de exclusão territorial sob o argumento da preservação ambiental.
Pigosso, Moscal e Goldbach (2018), ao mapear conflitos ambientais no litoral norte do Paraná, identificam a sobreposição entre a REBIO Bom Jesus e a Aldeia Indígena Guarani Kuaray Haxa como conflito que envolve, de um lado, a preocupação com impactos da presença humana em unidade de conservação restritiva e, de outro, o direito dos povos originários à regularização de territórios tradicionalmente ocupados. Os autores registram como tensões a alteração no regime tradicional de uso e ocupação do território e a ausência ou irregularidade na demarcação da terra.
Essa condição interfere diretamente nas possibilidades de saneamento. A proteção da Mata Atlântica e dos mananciais é um objetivo legítimo, mas a permanência da comunidade também exige condições adequadas de saúde, água e esgotamento sanitário. A ausência de solução sanitária não protege a unidade de conservação; ao contrário, pode ampliar os riscos de contaminação ambiental. Portanto, a implantação de sistemas adaptados deve ser compreendida como medida de proteção conjunta da comunidade e do ambiente.

VERMIFILTRO COMO ALTERNATIVA DESCENTRALIZADA EM FASE DE PROPOSIÇÃO

O vermifiltro é uma tecnologia de tratamento descentralizado na qual o efluente passa por camadas filtrantes associadas à atividade biológica de minhocas e microrganismos, compondo uma alternativa aplicável a arranjos unifamiliares ou semicoletivos (TONETTI et al., 2018). Em linhas gerais, o sistema combina processos físicos de retenção de sólidos, processos biológicos de degradação da matéria orgânica e aeração natural do meio filtrante. Conforme a ABNT NBR 17076:2024, sistemas de tratamento de esgoto de menor porte devem considerar critérios de vazão, carga orgânica, operação, manutenção e disposição final do efluente. Por isso, o vermifiltro apresenta potencial de aplicação a ser avaliado em comunidades com baixa vazão, ocupação dispersa e condicionantes à implantação de estruturas convencionais.
No caso da Kuaray Haxa, entretanto, o vermifiltro ainda não foi implantado. Por isso, este artigo não apresenta resultados de eficiência nem afirmações sobre remoção de poluentes em campo. A tecnologia é discutida como alternativa preliminar, indicada a partir do diagnóstico realizado. Sua eventual implantação deve ser precedida de dimensionamento compatível com a vazão gerada, definição dos pontos de contribuição, separação prévia de óleos e gorduras provenientes de cozinhas, proteção contra excesso de chuva e monitoramento periódico do efluente tratado.
Essa distinção metodológica é central para a validade do estudo. Os resultados aqui apresentados referem-se à caracterização socioterritorial, às condições de água e à qualidade do esgoto bruto. A análise do vermifiltro aparece como encaminhamento técnico fundamentado nesses dados, e não como avaliação experimental de um sistema já operante.

METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa caracteriza-se como estudo de caso de abordagem qualitativa e caráter descritivo, aplicado à aldeia indígena Guarani Mbyá Kuaray Haxa. A escolha por esse procedimento metodológico justifica-se pela necessidade de compreender, de forma contextualizada, a relação entre organização territorial, modos de vida e infraestrutura sanitária em uma comunidade tradicional situada em área ambientalmente sensível e juridicamente complexa.
O estudo foi desenvolvido a partir da articulação entre revisão bibliográfica, levantamento documental, visitas de campo, observação direta, registros fotográficos e análise de laudos laboratoriais de água e esgoto. A revisão bibliográfica contemplou trabalhos sobre conflitos socioambientais, povos indígenas em unidades de conservação, territorialidade Guarani Mbyá e saneamento em comunidades tradicionais. Entre as principais referências utilizadas estão Jabur (2018), Barbosa (2022), Pigosso, Moscal e Goldbach (2018) e a base do Mapa de Conflitos da Fiocruz.
As visitas de campo tiveram como finalidade observar a organização espacial da aldeia, a disposição das moradias, a declividade do terreno, os caminhos internos e a localização de espaços de uso comum. Também foram observadas condições relacionadas ao abastecimento de água, ao armazenamento, aos banheiros, às cozinhas existentes nas residências, bem como aos pontos de geração de efluentes. Os registros fotográficos foram utilizados como apoio à descrição das condições locais, sem substituir a análise qualitativa realizada em campo.
Na caracterização da área, consideraram-se elementos como a relação entre moradias e relevo, a proximidade entre estruturas de uso coletivo, a possibilidade de reorganização das casas e a presença de áreas de circulação utilizadas pela comunidade. Esses aspectos foram analisados em conjunto, pois interferem diretamente na definição de soluções de saneamento. A declividade, por exemplo, influencia tanto o escoamento superficial

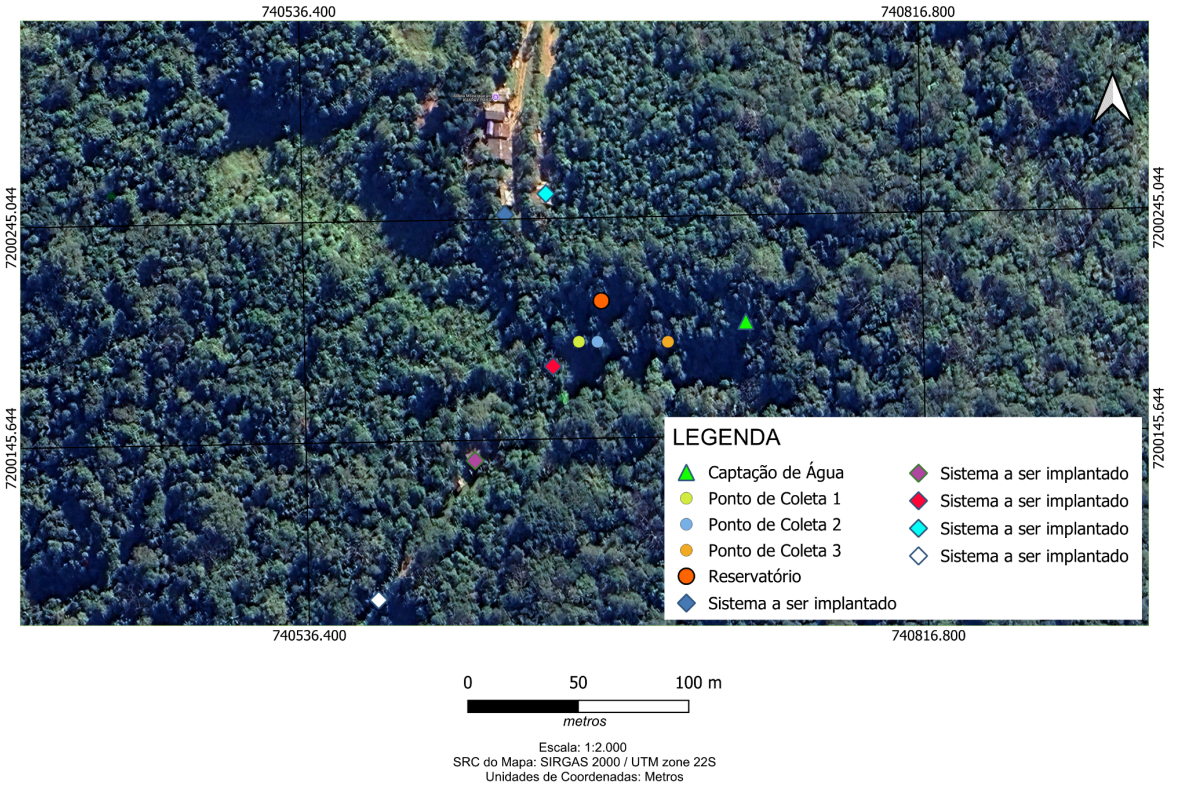
quanto a possibilidade de condução dos efluentes por gravidade. A disposição das edificações, por sua vez, interfere na viabilidade de sistemas individuais, coletivos ou semicoletivos.
Em relação ao abastecimento de água, foram consideradas as formas de captação local e o fornecimento externo informado durante o levantamento, incluindo a relação com a Sanepar quando aplicável. A análise buscou identificar vulnerabilidades do sistema, especialmente em pontos de captação e reservação. Quanto ao esgotamento sanitário, foram observadas as características gerais dos sistemas existentes e dos pontos de geração de efluentes, sem considerar o vermifiltro como tecnologia já implantada.
Os dados laboratoriais utilizados foram obtidos em laudos do Laboratório de Água e Esgoto da Universidade Federal do Paraná, campus Pontal do Paraná. As amostras foram coletadas em 03 de fevereiro de 2026 e analisadas segundo metodologias do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, conforme indicado no próprio laudo (APHA, 2017; UFPR/LAE, 2026). Foram consideradas quatro amostras: P1, referente à captação; P2, referente ao ponto após reservatório; P3, referente a esgoto domiciliar; e P4, referente ao esgoto domiciliar da última casa.
Os parâmetros analisados incluem temperatura, condutividade, salinidade, sólidos totais, cor aparente, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, amônia, nitrogênio total, fosfato solúvel, cloretos, carbono orgânico total, carbono inorgânico, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes totais e Escherichia coli. Para este artigo, a interpretação priorizou os parâmetros mais relacionados às condições sanitárias: turbidez, cor aparente, coliformes totais, E. coli, DBO, DQO e oxigênio dissolvido.
Por fim, foram identificadas as instituições envolvidas direta ou indiretamente com a comunidade, considerando suas formas de atuação no território. Entre elas, destacam-se ICMBio, relacionado à gestão da Reserva Biológica Bom Jesus; Sanepar, associada ao abastecimento de água quando existente; FUNAI e Ministério Público Federal, relacionados à questão territorial e à defesa de direitos; e UFPR, por meio de apoio técnico, diagnóstico e análise laboratorial. A metodologia, portanto, combina dados técnicos e leitura socioterritorial, buscando evitar uma interpretação exclusivamente hidráulica do saneamento.
Ressalta-se que o estudo não realizou, nesta etapa, a implantação ou o monitoramento de sistema de tratamento por vermifiltro. A tecnologia é discutida como proposta preliminar, construída a partir do diagnóstico das condições locais, da caracterização do esgoto bruto e da análise da organização socioterritorial da comunidade. Assim, os resultados apresentados referem-se ao diagnóstico da área e à justificativa técnica para uma possível solução descentralizada, modular e de baixa interferência física.

RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

A aldeia Kuaray Haxa apresenta organização territorial distinta do padrão urbano de ocupação. Não há uma lógica de quadras, lotes regulares e ruas formalmente estruturadas. A disposição das moradias está relacionada aos caminhos internos, à declividade do terreno, à proximidade com espaços comuns e áreas de circulação e à forma como a comunidade organiza sua permanência no espaço. Essa configuração exige que o saneamento seja pensado a partir das condições observadas em campo, e não a partir de modelos prontos de urbanização.
A declividade do terreno é um elemento relevante para a análise sanitária. Em áreas inclinadas, o escoamento superficial tende a seguir caminhos preferenciais, podendo aproximar águas de chuva, efluentes ou resíduos de áreas de circulação e uso comum. Ao mesmo tempo, a inclinação pode favorecer o transporte por gravidade em sistemas de menor escala, desde que o traçado seja adequadamente definido e protegido. Portanto, o relevo não representa apenas uma dificuldade técnica; ele também deve orientar a localização de unidades de tratamento, caixas de passagem, pontos de coleta e eventuais sistemas de disposição final.
A presença de cozinhas e banheiros em cada residência distribui a geração de efluentes em diferentes pontos da aldeia. Nesse caso, o sistema de saneamento precisa considerar que cada residência pode gerar efluentes próprios, o que interfere na escolha entre soluções individuais, coletivas ou semi coletivas, conforme a carga real, a operação, a manutenção e a organização espacial da comunidade.
A organização espacial da aldeia também deve ser analisada considerando a possibilidade de mudança das moradias ao longo do tempo. Esse comportamento não pode ser tratado como problema a ser corrigido pelo projeto sanitário. Trata-se de uma característica da dinâmica territorial da comunidade. Assim, tecnologias muito fixas, pesadas ou dependentes de redes enterradas extensas podem apresentar baixa adequação, pois tendem a exigir que a aldeia se adapte ao sistema, quando o adequado seria que o sistema se adaptasse à aldeia.

Figura 1 - Localização dos pontos de coleta, captação, reservatório e sistemas previstos na aldeia Kuaray Haxa.



Fonte: Elaboração própria, a partir de imagem de satélite e levantamento de campo, 2026.

Pela distribuição apresentada no mapa, percebe-se que os pontos ligados ao saneamento não estão concentrados em uma única área. A captação, o reservatório, os pontos de coleta e os locais previstos para os sistemas ficam em posições diferentes dentro da aldeia, acompanhando a disposição das moradias e estruturas de uso coletivo. Essa configuração reforça a dificuldade de adotar uma única solução centralizada e justifica a análise de módulos menores de tratamento, como o vermifiltro, voltados a pontos específicos de geração de efluentes.

ORIGEM GUARANI, MOBILIDADE E DINÂMICA ESPACIAL

A comunidade Kuaray Haxa pertence ao povo Guarani Mbyá, cuja territorialidade não se reduz à fixação permanente em um único ponto. Estudos sobre a aldeia indicam que o grupo está relacionado a deslocamentos a partir da Terra Indígena Mangueirinha, no interior do Paraná, e à busca por um local adequado para a continuidade de seu modo de vida. Jabur (2018) registra que os Mbyá chegaram ao território atual após caminhada e deslocamentos, guiados por referências espirituais e familiares, até encontrarem o local onde se consolidou a Tekoa Kuaray Haxa.

A mobilidade interna observada na aldeia pode ser descrita como dinâmica de reorganização espacial. O termo semi-nômade, embora utilizado em alguns roteiros de caracterização, precisa ser empregado com cuidado para não reforçar leituras equivocadas sobre a territorialidade Guarani. A literatura consultada indica que os Guarani Mbyá possuem vínculos profundos com o território, ainda que esses vínculos sejam expressos por movimento, circulação, redes de parentesco e permanência em lugares considerados adequados ao nhanderekó. Essa dimensão cultural influencia diretamente o saneamento. Se as moradias podem ser reorganizadas, o sistema de tratamento precisa permitir adaptações, ampliações ou realocações. Soluções centralizadas e rígidas, dependentes de longas redes enterradas e estruturas permanentes de concreto, podem gerar

incompatibilidades com o modo de vida local e com as restrições ambientais da área. Nesse sentido, o diagnóstico socioterritorial é etapa anterior e indispensável ao dimensionamento técnico.
A relação com áreas urbanas próximas também interfere na dinâmica da comunidade. Os deslocamentos para a cidade ocorrem para acesso a serviços, compras, atendimento de saúde, atividades escolares, obtenção de materiais e contato com instituições externas. Essa circulação amplia a presença de produtos industrializados e modifica parcialmente os padrões de consumo, alimentação e geração de resíduos. Não se trata de substituição do modo de vida tradicional, mas de uma interação cotidiana com a sociedade envolvente, que produz novas demandas sanitárias.

MODOS DE VIDA, ALIMENTAÇÃO E GERAÇÃO DE EFLUENTES

Os modos de vida da comunidade combinam práticas tradicionais de uso do território, atividades de subsistência e relações com instituições externas. Jabur (2018) registrou, em visitas à Tekoa, práticas como roçados comunitários de milho, mandioca, batata-doce e amendoim, captação e filtragem de água, coleta de frutos, pontos de pescaria e uso de trilhas associadas ao conhecimento da mata. Esses elementos indicam que a relação com o ambiente não é apenas produtiva, mas também cultural e espiritual.
A alimentação da comunidade deve ser compreendida dentro dessa combinação entre práticas tradicionais e influências externas. Parte dos alimentos pode vir de roçados, coleta, pesca ou pequenas criações, enquanto outra parte é adquirida em áreas urbanas. Essa aproximação com o mercado e com produtos industrializados tende a alterar a composição dos resíduos domésticos e dos efluentes. O preparo de alimentos nas cozinhas residenciais, especialmente quando envolve óleo e frituras, pode elevar a presença de óleos e gorduras nos efluentes de cozinha, caso esses fluxos sejam direcionados ao sistema de esgotamento.
Esse ponto é relevante para a discussão do vermifiltro. Sistemas biológicos de tratamento podem apresentar redução de eficiência quando recebem excesso de gordura, pois óleos formam camadas que dificultam a aeração, prejudicam a atividade biológica e favorecem obstruções. Dessa forma, qualquer proposta de vermifiltro para a aldeia deve prever, antes do filtro, uma etapa de retenção de gorduras para os efluentes de cozinha. Como as cozinhas estão distribuídas nas residências, a necessidade de caixas de gordura deve ser avaliada conforme os pontos de contribuição definidos para cada sistema.
Também é necessário diferenciar os tipos de efluentes. O esgoto proveniente de banheiros apresenta elevada carga microbiológica e exige tratamento cuidadoso. Já os efluentes de cozinha podem conter maior quantidade de matéria orgânica, sólidos alimentares e gordura. A mistura desses fluxos sem pré-tratamento pode dificultar a operação de qualquer tecnologia descentralizada. Portanto, a proposta sanitária deve considerar o funcionamento cotidiano da aldeia: onde se cozinha, onde se lava, onde se concentram os banheiros e quais caminhos os efluentes percorrem atualmente.

CONDIÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os laudos laboratoriais permitem observar vulnerabilidades relacionadas ao abastecimento de água. A amostra P1, referente à captação, apresentou temperatura de 20,9 °C, pH de 6,9, oxigênio dissolvido de 7,60 mg O_2/L, cor aparente de 168,4 mg Pt-Co/L, turbidez de 7,22 NTU, DQO de 40,24 mg O_2/L, DBO de 17,4 mg O_2/L, coliformes totais de 12.910 NMP/100 mL e *E. coli* de 310 NMP/100 mL (UFPR/LAE, 2026). Esses resultados indicam que, no ponto de captação, há presença de indicadores microbiológicos patogênicos e alterações físicas perceptíveis, especialmente cor aparente e turbidez.
A amostra P2, coletada após o reservatório, apresentou temperatura de 20,9 °C, pH de 7,0, oxigênio dissolvido de 8,65 mg O_2/L, cor aparente de 158,9 mg Pt-Co/L, turbidez de 13,2 NTU, DQO de 20,73 mg O_2/L, DBO de 16,3 mg O_2/L, coliformes totais de 8.600 NMP/100 mL e *E. coli* inferior a 100 NMP/100 mL (UFPR/LAE, 2026). A comparação entre P1 e P2 mostra redução de alguns parâmetros, como DQO e *E. coli*, mas também aumento da turbidez após o reservatório. Esse comportamento sugere a necessidade de avaliar não apenas a captação, mas também do sistema de distribuição de água, incluindo a limpeza, proteção e manutenção das estruturas de armazenamento.

Tabela 1 – Síntese de parâmetros selecionados nas amostras de água coletadas na captação e após reservatório da comunidade Kuaray Haxa.

Parâmetro	Unidade	P1 – Captação	P2 – Após reservatório	Interpretação
Cor aparente	mg Pt-Co/L	168,4	158,9	Elevada coloração

				aparente
Turbidez	NTU	7,22	13,2	Aumento após reservatório
pH	-	6,9	7,0	Próximo da neutralidade
OD	mg O_2/L	7,60	8,65	Boa oxigenação
DQO	mg O_2/L	40,24	20,73	Redução após reservatório
DBO	mg O_2/L	17,4	16,3	Baixa variação
Coliformes totais	NMP/100 mL	12.910	8.600	Indicador microbiológico presente
E. coli	NMP/100 mL	310	<100	Indício de contaminação fecal em P1

Fonte: elaboração própria a partir de laudos do Laboratório de Água e Esgoto da UFPR/LAE (2026).

A presença de *E. coli* é resultado particularmente importante porque funciona como indicador de contaminação fecal recente, o que indica que a água destinada ao abastecimento da comunidade está tendo alguma fonte de contaminação dessa natureza. A Portaria GM/MS n.º 888/2021 estabelece procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e padrão de potabilidade, adotando parâmetros microbiológicos como referência para a segurança da água. Embora este artigo não substitua uma avaliação completa de potabilidade, os resultados evidenciam a necessidade de proteção da captação, desinfecção, manutenção do reservatório e monitoramento periódico.

A análise da água, portanto, reforça que o saneamento da aldeia não se restringe ao tratamento de esgoto. A segurança hídrica depende do conjunto formado por captação, proteção da fonte, armazenamento, transporte, tratamento e uso final. Em comunidades onde parte da água é captada localmente e parte pode depender de fornecimento externo, a gestão precisa considerar tanto os pontos físicos do sistema quanto os hábitos cotidianos de armazenamento e consumo.

CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO DOMICILIAR

O esgotamento sanitário aparece como um dos desafios técnicos identificados a partir dos laudos. A amostra P3, referente a esgoto domiciliar, apresentou resultados tipo de esgotos domésticos, com temperatura de 24,4 °C, pH de 9,0, turbidez de 549 NTU, oxigênio dissolvido de 0,20 mg O_2/L, DQO de 851,9 mg O2/L, DBO de 617,0 mg O_2/L, coliformes totais e *E. coli* superiores a 24.196 NMP/100 mL (UFPR/LAE, 2026). Esses valores indicam elevada contaminação da água por carga orgânica e presença significativa de indicadores de contaminação fecal.

A amostra P4, referente ao esgoto domiciliar da última casa, apresentou resultados similares, com temperatura de 25,7 °C, pH de 8,9, turbidez superior a 1000 NTU, oxigênio dissolvido de 0,12 mg O_2/L, DQO de 1314,0 mg O_2/L, DBO de 1226,0 mg O_2/L, coliformes totais superiores a 24.196 NMP/100 mL e *E. coli* de 14.136 NMP/100 mL (UFPR/LAE, 2026). Em comparação com P3, a amostra P4 apresenta valores ainda mais elevados de DQO, DBO e turbidez, apontando maior concentração de matéria orgânica e sólidos em suspensão.

Tabela 2 – Síntese de parâmetros selecionados nas amostras de esgoto domiciliar, coletado em algumas residencias na comunidade Kuaray Haxa.

Parâmetro	Unidade	P3 – Esgoto domiciliar	P4 – Esgoto última casa	Interpretação
Turbidez	NTU	549	>1000	Elevada concentração de partículas
pH	-	9,0	8,9	Meio alcalino
OD	mg O_2/L	0,20	0,12	Baixa oxigenação
DQO	mg O_2/L	851,9	1314,0	Elevada carga

				oxidável
DBO	mg O_2/L	617,0	1226,0	Elevada carga biodegradável
Coliformes totais	NMP/100 mL	>24.196	>24.196	Alta contaminação microbiológica
E. coli	NMP/100 mL	>24.196	14.136	Presença expressiva de indicador fecal

Fonte: elaboração própria a partir de laudos do Laboratório de Água e Esgoto da UFPR/LAE (2026).

A relação entre DBO e DQO reforça que parte significativa da matéria orgânica presente no esgoto é biodegradável, característica esperada em esgotos domésticos. Segundo Von Sperling (2005), a DBO representa a parcela de matéria orgânica biodegradável, enquanto a DQO está relacionada à matéria orgânica oxidável presente no efluente. Entretanto, os valores observados são suficientemente elevados para indicar necessidade de tratamento antes de qualquer disposição no solo ou lançamento no ambiente. Em uma área inserida na Mata Atlântica e relacionada a mananciais formadores de rios e riachos do litoral paranaense, o lançamento inadequado de efluentes representa risco tanto para a saúde da comunidade quanto para a conservação ambiental.

Os resultados microbiológicos indicam risco sanitário relevante. A presença de *E. coli* e coliformes totais em concentrações elevadas reforça a necessidade de impedir contato direto com o efluente e de evitar sua disposição inadequada em áreas de circulação, proximidades de captação ou regiões sujeitas a escoamento superficial. Esse ponto é ainda mais importante em comunidades onde crianças circulam livremente e onde os espaços de uso comum podem aproximar diferentes usos do território.

Dessa forma, os laudos não apenas caracterizam o esgoto, mas ajudam a definir os critérios mínimos para qualquer proposta futura. Um sistema de tratamento adequado deve buscar redução de matéria orgânica, retenção de sólidos, melhoria de turbidez e redução de indicadores microbiológicos. Esses parâmetros também devem compor o monitoramento posterior de eventual vermifiltro piloto, permitindo comparar esgoto bruto e efluente tratado de maneira objetiva.

RELAÇÃO ENTRE SANEAMENTO, MOBILIDADE E RESTRIÇÃO AMBIENTAL

A análise integrada dos dados mostra que o saneamento da Kuaray Haxa não pode ser planejado exclusivamente a partir de critérios hidráulicos. A dinâmica de reorganização das moradias, a declividade do terreno, a presença de áreas de circulação e a sobreposição com a Reserva Biológica Bom Jesus criam um conjunto de condicionantes que exige soluções adaptadas, considerando a territorialidade Guarani Mbyá e o contexto de conflito socioambiental existente (JABUR, 2018; BARBOSA, 2022). Nesse cenário, uma leitura inadequada seria tratar a aldeia como uma reprodução reduzida de um bairro urbano.

Sistemas fixos e centralizados apresentam limitações nesse contexto. Redes enterradas extensas podem se tornar inadequadas caso as moradias sejam deslocadas, enquanto estruturas de concreto podem enfrentar condicionantes legais e ambientais, além de dificultarem futuras adaptações. Conforme Tonetti et al. (2018), sistemas descentralizados podem dispensar redes coletoras extensas, apresentar maior flexibilidade operacional e permitir ampliações graduais, características relevantes para comunidades isoladas ou com ocupação dispersa.

Uma proposta de saneamento adequada ao contexto deve considerar simplicidade operacional, possibilidade de manutenção local, baixo impacto construtivo e adaptação a pequenas vazões. Isso não significa ausência de rigor técnico. Pelo contrário, soluções descentralizadas exigem bom dimensionamento, proteção contra águas pluviais, separação de gorduras, inspeção periódica e acompanhamento da qualidade do efluente, pois a escolha da tecnologia deve considerar as condições ambientais, sociais, econômicas e de gestão do território (TONETTI et al., 2018).

A presença da unidade de conservação também altera o sentido da intervenção, pois as restrições ambientais precisam ser analisadas em diálogo com os direitos das comunidades tradicionais e com instrumentos de compatibilização, como o Termo de Compromisso. Nesse sentido, a implantação de soluções sanitárias de baixa interferência não deve ser tratada automaticamente como ameaça à conservação ambiental, mas como possibilidade a ser avaliada para reduzir riscos de contaminação da água, do solo e dos corpos hídricos, respeitando o modo de vida indígena e os objetivos de proteção da unidade de conservação (BRASIL, 2000; JABUR, 2018; PIGOSSO; MOSCAL; GOLDBACH, 2018).

JUSTIFICATIVA PARA PROPOSIÇÃO DO VERMIFILTRO

A partir das observações de campo e dos resultados laboratoriais, o vermifiltro foi considerado uma possibilidade a ser avaliada para estudo e eventual implantação futura na aldeia Kuaray Haxa. A discussão dessa tecnologia, ainda dependente de implantação e monitoramento, justifica-se por fatores como a necessidade de tratamento local do esgoto domiciliar, as condicionantes ambientais da área, a mobilidade interna da comunidade e o potencial de construção modular em menor escala.

Segundo Tonetti et al. (2018), o vermifiltro pode ser utilizado para o tratamento de águas de vaso sanitário, águas cinzas, esgoto doméstico ou esgoto pré-tratado, sendo composto por uma camada superior com serragem, húmus e minhocas, seguida por camadas de materiais filtrantes, como brita ou seixo rolado. Os autores também indicam que o esgoto deve ser aplicado de forma intermitente na parte superior do sistema, permitindo sua passagem pelas camadas filtrantes e posterior coleta do efluente tratado por tubulação na parte inferior.

Para a realidade da Kuaray Haxa, essas recomendações reforçam que uma eventual unidade piloto deve ser definida com cautela, considerando o ponto de geração do esgoto, a vazão estimada, a impermeabilização da estrutura, a proteção contra entrada de água de chuva, a escolha dos materiais filtrantes e o destino final do efluente tratado. Tonetti et al. (2018) também apontam que o vermifiltro pode ser construído com diferentes materiais, como anéis de concreto, alvenaria, bombonas plásticas ou caixas d'água, desde que seja garantida a impermeabilização do sistema. Assim, o uso de materiais reaproveitados deve ser entendido apenas como uma possibilidade construtiva a ser avaliada, e não como solução previamente definida.

A implantação, contudo, não deve ocorrer sem etapas prévias. O primeiro passo é definir a vazão de projeto, considerando número de usuários, frequência de uso dos banheiros, contribuição das cozinhas residenciais e possíveis variações sazonais. O segundo passo é avaliar a necessidade de separação ou pré-tratamento dos fluxos de efluentes, principalmente por meio de caixas de gordura para as águas de cozinha. O terceiro passo é definir as camadas filtrantes, o sistema de distribuição do afluente, a drenagem do efluente tratado, a proteção contra entrada de água de chuva e o destino final do efluente, conforme as recomendações técnicas para sistemas descentralizados apresentadas por Tonetti et al. (2018).

Também é necessário prever o manejo das minhocas, o controle de umidade, a aeração do leito e a retirada do material acumulado, pois cargas excessivas, produtos químicos, excesso de gordura ou entrada de água pluvial podem comprometer o funcionamento do sistema. Por isso, a tecnologia deve ser acompanhada de orientação à comunidade e de um plano simples de operação e manutenção.

Do ponto de vista do monitoramento, a unidade piloto deve comparar o esgoto bruto com o efluente tratado, utilizando parâmetros como DBO, DQO, turbidez, sólidos, pH, coliformes totais e *E. coli*. Esses indicadores permitem avaliar o desempenho do vermifiltro em condições reais de uso. Sem esse acompanhamento, qualquer afirmação de eficiência seria apenas preliminar.

Assim, o vermifiltro não é apresentado neste artigo como solução definitiva ou já validada para a Kuaray Haxa. Ele aparece como proposta técnica preliminar, construída a partir do diagnóstico local e ainda dependente de projeto executivo, diálogo com a comunidade, articulação institucional, implantação piloto e monitoramento.

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS E ARTICULAÇÃO NECESSÁRIA

A situação da Kuaray Haxa envolve múltiplas instituições, cada uma com atribuições distintas. O ICMBio está relacionado à gestão da Reserva Biológica Bom Jesus e às regras de proteção ambiental da unidade de conservação. A FUNAI e o Ministério Público Federal aparecem no debate sobre direitos territoriais indígenas e permanência da comunidade. A Sanepar pode estar relacionada ao fornecimento ou apoio no abastecimento de água. A UFPR participa por meio de apoio técnico, diagnóstico e análises laboratoriais.

Essa multiplicidade institucional pode ser positiva quando há cooperação, mas também pode gerar sobreposição de responsabilidades e demora na implementação de soluções. O saneamento da aldeia não depende apenas da escolha de uma tecnologia. Depende de autorização, diálogo comunitário, apoio técnico, manutenção, monitoramento e definição clara de responsabilidades. Em áreas de conflito socioambiental, a ausência de articulação tende a transformar problemas simples em impasses permanentes.

A eventual implantação de vermifiltro deve, portanto, ser construída de forma interinstitucional. A comunidade precisa participar da definição dos locais, da forma de uso e das condições de manutenção. A universidade pode contribuir com dimensionamento, monitoramento e avaliação de desempenho. Os órgãos públicos devem garantir que a solução seja juridicamente possível, ambientalmente adequada e compatível com os direitos da comunidade. Sem essa articulação, o risco é produzir uma intervenção tecnicamente interessante, mas socialmente frágil.

Os resultados deste estudo apontam que a atuação institucional mais adequada é aquela que reconhece simultaneamente a proteção ambiental e a permanência indígena. A conservação da Mata Atlântica não deve ser usada como argumento para negar condições mínimas de saneamento. Da mesma forma, a implantação de saneamento não deve desconsiderar as restrições ambientais. A solução exige mediação, adaptação e planejamento territorial sensível ao contexto.

RECOMENDAÇÕES PARA A PROPOSTA TÉCNICA DO VERMIFILTRO

Com base no diagnóstico realizado, o vermifiltro pode ser estruturado como unidade piloto destinada inicialmente ao tratamento de esgoto gerado em ponto de contribuição definido, preferencialmente associado a um conjunto reduzido de residências ou a um ponto específico de geração de esgoto. Essa escala inicial permite avaliar o desempenho da tecnologia sem assumir, de imediato, que ela resolverá todo o esgotamento sanitário da aldeia. A lógica da implantação piloto é compatível com a incerteza metodológica do momento: há dados de esgoto bruto, mas ainda não há dados de eficiência em campo.

A unidade piloto deve ser precedida por levantamento de vazão e número de usuários. Em seguida, devem ser definidos o pré-tratamento, o leito filtrante, o sistema de distribuição do afluente, a proteção contra chuva e o ponto de saída do efluente tratado. Caso o sistema receba contribuição de cozinha, a caixa de gordura deve ser obrigatória. A não separação de óleos e gorduras pode comprometer a aeração e provocar entupimentos, reduzindo o desempenho do vermifiltro.

Outro ponto importante é a escolha dos materiais. A proposta deve evitar estruturas permanentes de grande porte e privilegiar arranjos modulares, removíveis ou de baixa interferência no solo. Isso não elimina a necessidade de estabilidade, segurança e proteção sanitária. O sistema deve impedir contato direto com o esgoto, evitar extravasamentos, ser protegido de animais e permitir inspeção. A facilidade de manutenção deve orientar o desenho, pois uma tecnologia que depende exclusivamente de assistência externa tende a perder eficiência ao longo do tempo.

O monitoramento deve ocorrer antes e depois da implantação. Na etapa inicial, os parâmetros dos laudos já disponíveis funcionam como caracterização do esgoto bruto. Após a implantação, devem ser coletadas amostras do afluente e do efluente tratado em diferentes momentos, permitindo avaliar variações de carga, estabilidade do sistema e possíveis falhas operacionais. Os parâmetros mínimos recomendados são DBO, DQO, turbidez, sólidos, pH, coliformes totais e E. coli. Dependendo das condições de campo, também pode ser útil acompanhar temperatura, oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal.

A implantação do vermifiltro também deve ser acompanhada por orientação sobre uso do sistema. A comunidade precisa saber o que não deve ser lançado, como excesso de óleo, produtos químicos agressivos, materiais sólidos ou água de chuva. Essa orientação deve ser construída de forma dialogada, sem impor linguagem excessivamente técnica e sem desconsiderar os hábitos locais. A tecnologia só será adequada se for compreendida e incorporada à rotina da aldeia.

Portanto, a proposta técnica deve ser entendida como processo. O diagnóstico aponta a necessidade de tratamento e indica o potencial de uma alternativa modular. A implantação piloto permitirá verificar se essa alternativa funciona nas condições reais da Kuaray Haxa. Somente após essa etapa será possível afirmar, com base em dados, se o vermifiltro deve ser ampliado, ajustado ou substituído por outra solução.

CRITÉRIOS SOCIOTERRITORIAIS PARA ESCOLHA DA TECNOLOGIA

A escolha de uma tecnologia de tratamento de esgoto para a Kuaray Haxa precisa partir de critérios que não se limitam à eficiência sanitária em laboratório. Em uma comunidade cuja organização espacial é marcada por caminhos internos, moradias distribuídas conforme a dinâmica familiar e presença de áreas de uso comum, a solução técnica deve ser compatível com o modo como o território é utilizado. Isso significa considerar a distância entre os pontos de geração de efluentes, a possibilidade de mudança das moradias, a declividade do terreno, a facilidade de acesso para manutenção e a restrição à construção de estruturas permanentes em área sobreposta à unidade de conservação.

Nesse sentido, a proposta de vermifiltro se diferencia de sistemas convencionais por permitir arranjos descentralizados e de menor escala. Em vez de depender de uma rede longa e fixa, o sistema pode ser pensado por módulos, associados a pontos específicos de geração de esgoto. Essa característica é importante porque a aldeia não apresenta uma lógica de ocupação urbana, com quadras, lotes e vias regulares. O tratamento próximo à fonte pode reduzir a necessidade de tubulações extensas, diminuir interferências físicas no solo e facilitar a adaptação caso a comunidade reorganize parte de suas moradias.

Outro critério relevante é a simplicidade operacional. Sistemas de saneamento implantados em comunidades rurais ou tradicionais tendem a falhar quando exigem manutenção complexa, equipamentos eletromecânicos

contínuos, consumo elevado de energia ou reposição frequente de peças de difícil acesso. Por isso, uma proposta em fase de estudo deve ser compreensível para os usuários, permitir inspeção visual, exigir rotinas simples de limpeza e ser acompanhada por orientações claras de uso. O vermifiltro, se corretamente dimensionado e protegido, pode atender parte desses critérios, desde que a implantação seja acompanhada por monitoramento e capacitação.

Também deve ser considerada a possibilidade de implantação progressiva. Como o sistema ainda não foi executado na comunidade, a alternativa mais prudente é iniciar por uma unidade piloto em ponto de contribuição definido, preferencialmente associado a um conjunto de moradias com uso estável ou a pontos específicos de geração de esgoto. Essa estratégia permite observar o comportamento do sistema antes de qualquer ampliação. A partir da unidade piloto, torna-se possível avaliar a carga aplicada, a frequência de manutenção, a aceitação pela comunidade, a ocorrência de odores, a presença de insetos, a estabilidade do leito filtrante e a qualidade do efluente tratado.

RELAÇÃO ENTRE COZINHAS RESIDENCIAIS, ÓLEOS E PRÉ-TRATAMENTO

A presença de cozinhas nas residências merece atenção específica na discussão sobre o vermifiltro. Efluentes provenientes de preparo de alimentos podem apresentar concentrações relevantes de óleos e gorduras, especialmente quando há fritura ou uso de alimentos industrializados. Esses materiais podem aderir às tubulações, reduzir a permeabilidade do meio filtrante, prejudicar a circulação de ar e comprometer a atividade biológica do sistema. Por esse motivo, a implantação de vermifiltro para efluentes que recebam contribuição de cozinha deve ser precedida por caixa de gordura ou outro dispositivo simples de retenção.

Essa etapa de pré-tratamento não deve ser vista como detalhe secundário. No contexto da Kuaray Haxa, em que a alimentação combina práticas locais, preparo doméstico e influência do contato com as áreas urbanas próximas, o manejo de óleos pode interferir diretamente no desempenho do tratamento. A separação prévia de gordura também facilita a manutenção, pois concentra o material em ponto acessível e reduz a sobrecarga do leito. Sem essa etapa, o sistema tende a demandar intervenções mais frequentes, podendo perder eficiência e gerar rejeição por parte dos usuários.

Além da caixa de gordura, é necessário orientar a comunidade sobre o que não deve ser lançado no sistema. Produtos químicos agressivos, excesso de desinfetantes, panos, plásticos, absorventes, resíduos sólidos e grande volume de óleo podem comprometer o funcionamento do vermifiltro. Essa orientação precisa ocorrer de forma dialogada, respeitando os hábitos locais e evitando uma postura apenas impositiva. A tecnologia só será apropriada pela comunidade se for compreendida como parte de uma melhoria coletiva, e não como uma estrutura externa imposta por técnicos.

CONDIÇÕES DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO

A implantação de uma unidade piloto exige levantamento prévio de vazão. Mesmo que a comunidade tenha número reduzido de moradores, a variação no uso dos banheiros e cozinhas das residências pode produzir picos de contribuição ao longo do dia. Esses picos são importantes para o dimensionamento, pois o vermifiltro depende de tempo de contato entre efluente, material filtrante, microrganismos e minhocas. Vazões superiores à capacidade do sistema podem causar encharcamento, arraste de sólidos e redução da oxigenação, afetando o tratamento.

Também é necessário avaliar a posição do sistema em relação à declividade do terreno. A topografia pode ser favorável quando permite o escoamento por gravidade, reduzindo a necessidade de bombeamento. No entanto, a instalação em áreas muito inclinadas exige cuidados com estabilidade, erosão, acesso para manutenção e proteção contra enxurradas. Como a aldeia está inserida em ambiente de Mata Atlântica, com solos sujeitos à umidade e chuvas frequentes, o sistema deve ser protegido contra entrada excessiva de água pluvial, que poderia diluir o esgoto e sobrecarregar hidraulicamente o leito.

O monitoramento deve ser planejado desde o início. Antes da implantação, os laudos já realizados funcionam como caracterização do esgoto bruto e da água disponível. Após a instalação, a avaliação deve comparar amostras antes e depois do tratamento, utilizando parâmetros como pH, turbidez, sólidos, DBO, DQO, nitrogênio, fósforo, coliformes totais e E. coli. A comparação desses dados permitirá verificar se o sistema está reduzindo a carga orgânica e microbiológica em condições reais de uso. Sem essa etapa, a proposta permaneceria apenas como intenção técnica, sem comprovação de desempenho local.

A frequência de monitoramento pode ser maior nos primeiros meses, período em que o sistema tende a se estabilizar biologicamente. Após essa etapa inicial, os intervalos podem ser ajustados conforme os resultados e a capacidade de acompanhamento da equipe. O importante é evitar a implantação sem retorno ao território. Em comunidades tradicionais, tecnologias de saneamento frequentemente se tornam inoperantes quando não

há acompanhamento posterior, reposição de materiais, esclarecimento de dúvidas e ajuste às condições reais de uso.

COMPATIBILIDADE AMBIENTAL E INSTITUCIONAL

A discussão sobre o vermifiltro na Kuaray Haxa também precisa ser compreendida no contexto da sobreposição com a Reserva Biológica Bom Jesus. A implantação de saneamento não deve ser tratada como ameaça à conservação ambiental, mas como medida de proteção da água, do solo e da saúde coletiva. A ausência de tratamento adequado tende a ampliar riscos de contaminação, enquanto uma solução de baixa interferência, bem dimensionada e monitorada, pode reduzir impactos sobre o ambiente. Dessa forma, a proposta se aproxima de uma lógica de conservação associada à permanência digna da comunidade.

Para isso, a articulação institucional é indispensável. O ICMBio possui atribuições relacionadas à gestão da unidade de conservação; a Sanepar se relaciona às condições de abastecimento; a FUNAI e o Ministério Público Federal aparecem vinculados aos direitos territoriais e à proteção institucional dos povos indígenas; e a UFPR contribui com diagnóstico, análise laboratorial e apoio técnico. A implantação de qualquer solução sanitária deve reconhecer essas atribuições sem retirar da comunidade o papel central na decisão sobre o próprio território.

A participação comunitária deve ocorrer antes, durante e depois da implantação. Antes, para definir os locais prioritários e compreender as práticas de uso da água e dos banheiros. Durante, para acompanhar a instalação, compreender o funcionamento e identificar possíveis ajustes. Depois, para participar do manejo cotidiano e avaliar se a tecnologia realmente responde às necessidades locais. Essa participação não é apenas procedimento social; ela é condição técnica para a permanência do sistema em funcionamento.

INTERPRETAÇÃO SANITÁRIA DOS PARÂMETROS ANALISADOS

A leitura dos laudos deve considerar que cada parâmetro representa um aspecto diferente da condição sanitária. A turbidez, por exemplo, não indica apenas alteração estética da água ou do esgoto. Valores elevados podem estar associados à presença de partículas em suspensão, matéria orgânica, argilas, sólidos finos e microrganismos aderidos. No caso da água de abastecimento, a turbidez elevada pode reduzir a eficiência da desinfecção, pois partículas em suspensão podem proteger microrganismos da ação do agente desinfetante. No caso do esgoto, a turbidez elevada reforça a necessidade de unidades que removam sólidos e reduzam a carga particulada antes da disposição final.

A cor aparente, observada nas amostras de água, também deve ser interpretada com cautela. Em áreas de Mata Atlântica, a presença de matéria orgânica natural, folhas, solo e compostos húmicos pode alterar a coloração da água sem que isso represente, isoladamente, contaminação fecal. Entretanto, quando a cor elevada aparece associada à presença de coliformes e E. coli, o resultado aponta para vulnerabilidade do sistema de abastecimento e necessidade de proteção da captação e da reservação. Portanto, a análise não deve se apoiar em um único parâmetro, mas no conjunto dos indicadores físicos, químicos e microbiológicos.

A presença de coliformes totais e E. coli é especialmente relevante. Os coliformes totais indicam condições gerais de contaminação ou falhas de proteção do sistema, enquanto a E. coli é utilizada como indicador de contaminação fecal recente. Na prática, esses indicadores exigem atenção porque estão associados ao risco de circulação de patógenos de veiculação hídrica. Para a comunidade, isso significa que a melhoria do saneamento não deve se restringir ao tratamento de esgoto, mas também incluir segurança no abastecimento de água, limpeza de reservatórios, proteção da captação e orientação sobre armazenamento doméstico.

No esgoto domiciliar, os valores de DBO e DQO são centrais para compreender a carga orgânica. A DBO expressa a fração biodegradável da matéria orgânica, enquanto a DQO representa a demanda química de oxigênio associada à matéria oxidável. Valores elevados indicam que, se esse efluente for lançado sem tratamento adequado, poderá consumir oxigênio do meio receptor, favorecer odores, alterar a qualidade da água e comprometer organismos aquáticos. Em áreas sensíveis, esse risco ganha maior importância, pois pequenos cursos d'água e solos úmidos podem ser diretamente afetados por lançamentos difusos.

O oxigênio dissolvido muito baixo nas amostras de esgoto reforça a condição de elevada carga orgânica e baixa disponibilidade de oxigênio no efluente bruto. Essa característica é esperada em esgotos domésticos, mas confirma a necessidade de tratamento antes de qualquer destinação ambiental. Para o vermifiltro, esse dado é relevante porque o sistema depende de processos aeróbios no leito, exigindo boa distribuição do afluente, presença de vazios, controle de umidade e prevenção de encharcamento. Caso o sistema opere saturado, pode perder sua característica aeróbia e apresentar desempenho inferior.

IMPLICAÇÕES PARA O DESENHO DO SISTEMA PILOTO

A partir da interpretação dos parâmetros, o desenho do sistema piloto deve priorizar a remoção de sólidos, a redução de carga orgânica e a diminuição de indicadores microbiológicos. Para isso, o vermifiltro não deve ser pensado de forma isolada. Em geral, tecnologias naturais ou simplificadas funcionam melhor quando fazem parte de uma sequência de tratamento. Na realidade da aldeia, essa sequência pode incluir retenção de sólidos grosseiros, caixa de gordura para efluentes de cozinha, unidade de equalização ou passagem inicial e, em seguida, o leito de vermifiltração. A disposição final do efluente tratado também precisa ser definida de acordo com o solo, a declividade e a distância em relação a áreas de circulação e corpos hídricos.

A modularidade é uma vantagem porque permite adequar o sistema a diferentes pontos da aldeia. Em vez de dimensionar uma estrutura única para toda a comunidade, pode-se avaliar a implantação de módulos menores, atendendo grupos de moradias ou pontos específicos de geração de esgoto. Essa escolha reduz a extensão de tubulações, facilita a manutenção e diminui o impacto de eventual falha. Se um módulo apresentar problema, o restante da comunidade não fica necessariamente sem tratamento. Além disso, módulos menores podem ser remanejados ou ajustados com maior facilidade caso a organização espacial da aldeia se modifique.

Também é importante considerar a sazonalidade. Em períodos de chuva, a entrada de água pluvial pode aumentar a vazão e prejudicar o funcionamento do sistema. Por isso, a unidade piloto deve ser coberta ou protegida, com drenagem superficial adequada e separação entre águas de chuva e esgoto. Em períodos de menor uso, por outro lado, a carga orgânica pode diminuir, afetando a alimentação biológica do sistema. O acompanhamento inicial permitirá identificar essas variações e ajustar a operação. Essa é uma das razões pelas quais a proposta deve começar como piloto e não como implantação definitiva em toda a comunidade.

Por fim, o desenho do sistema deve considerar a aceitação social da tecnologia. A presença de minhocas no tratamento pode gerar curiosidade, aceitação ou resistência, dependendo de como a proposta é apresentada. A abordagem adequada é explicar a função biológica das minhocas e microrganismos no processo, demonstrar que o sistema não deve ficar exposto ao contato direto e esclarecer os cuidados necessários. A tecnologia precisa ser apropriada pelos usuários para que seja mantida. Sem esse vínculo, mesmo soluções tecnicamente promissoras podem ser abandonadas.

A implantação piloto também deve registrar informações de rotina que muitas vezes não aparecem nos laudos laboratoriais, mas ajudam a interpretar o desempenho do sistema. Entre elas estão a frequência de uso dos banheiros, o volume aproximado de água utilizado, a ocorrência de chuva intensa, a presença de odor, o aspecto visual do leito, a existência de pontos de empoçamento e a necessidade de limpeza do pré-tratamento. Esses registros de campo podem ser feitos em ficha simples e permitem relacionar alterações nos resultados laboratoriais com acontecimentos concretos da operação. Para uma comunidade com acesso limitado a manutenção especializada, esse tipo de acompanhamento prático é tão importante quanto a análise em laboratório.

Dessa forma, a proposta de vermifiltro deve ser entendida como parte de um processo maior de saneamento comunitário. O sistema físico, isoladamente, não resolve todos os problemas se não houver proteção da água de abastecimento, manejo adequado de resíduos, separação de gordura, participação dos usuários e articulação institucional. A contribuição deste estudo está em demonstrar que o diagnóstico socioterritorial e os dados de água e esgoto oferecem base para uma decisão técnica mais cuidadosa. A próxima etapa deve transformar essa base em projeto piloto, com critérios de implantação, operação e avaliação definidos antes da execução.

LIMITAÇÕES DESTA ETAPA DA PESQUISA

Uma limitação importante deste trabalho é que o vermifiltro ainda não foi implantado na aldeia. Assim, não são apresentados dados de eficiência de tratamento, remoção de matéria orgânica ou redução de indicadores microbiológicos após passagem pelo sistema. Os dados disponíveis dizem respeito à caracterização da água e do esgoto bruto, às observações de campo e à análise socioterritorial. Essa delimitação é fundamental para evitar conclusões indevidas e para diferenciar diagnóstico, proposta técnica e avaliação experimental.

Outra limitação refere-se ao número de coletas. Os laudos analisados representam pontos específicos e um determinado momento da realidade local. A qualidade da água e a composição do esgoto podem variar conforme chuva, frequência de uso, número de pessoas presentes, práticas alimentares, limpeza das estruturas e condições de reservação. Portanto, os resultados devem ser interpretados como indicativos relevantes da condição sanitária observada, mas não como série histórica completa. Para etapas futuras, recomenda-se ampliar o número de coletas e considerar diferentes períodos do ano.

Apesar dessas limitações, o diagnóstico apresenta contribuição importante. Os dados permitem identificar vulnerabilidades no abastecimento de água, elevada carga orgânica no esgoto domiciliar e necessidade de tratamento compatível com a dinâmica espacial da aldeia. A partir disso, o vermifiltro pode ser proposto de

forma mais cautelosa, não como solução genérica, mas como alternativa preliminar vinculada às condições efetivamente observadas no território.

RECOMENDAÇÕES PARA A ETAPA PILOTO

Para uma etapa piloto, recomenda-se iniciar com a escolha participativa do ponto de implantação. Esse ponto deve reunir geração regular de esgoto, facilidade de acesso, menor risco de alagamento, possibilidade de instalação por gravidade e distância segura de cursos d'água e pontos de captação. A decisão deve considerar tanto os critérios técnicos quanto a rotina da comunidade, pois um local tecnicamente adequado, mas distante do uso cotidiano, pode dificultar a manutenção e acompanhamento.

Em seguida, recomenda-se realizar levantamento de usuários e estimativa de vazão. A partir desses dados, deve-se definir o volume de pré-tratamento, a área do leito filtrante, os materiais das camadas, a espécie de minhoca a ser utilizada, o sistema de distribuição do afluente e o ponto de saída do efluente tratado. Também deve ser prevista proteção contra chuva direta e entrada de sólidos grosseiros. Quando houver contribuição de cozinha, a caixa de gordura deve ser obrigatória.

Por fim, recomenda-se construir um plano simples de operação e manutenção. Esse plano deve indicar a frequência de inspeção, a limpeza da caixa de gordura, os cuidados com o leito, os sinais de mau funcionamento e os parâmetros laboratoriais a serem acompanhados. O plano deve ser escrito em linguagem acessível e discutido com os usuários. A implantação do vermifiltro, portanto, não deve ser entendida apenas como construção de uma unidade física, mas como processo de acompanhamento técnico, diálogo comunitário e adaptação gradual ao território.

ENCAMINHAMENTO TÉCNICO-SOCIAL DA PROPOSTA

O encaminhamento técnico-social da proposta deve começar pela devolutiva do diagnóstico à comunidade. Antes de qualquer implantação, é importante apresentar de forma simples os resultados das coletas, explicando o significado de parâmetros como turbidez, DBO, DQO, coliformes totais e E. coli. Essa devolutiva permite que a comunidade compreenda por que o tratamento do esgoto é necessário e quais cuidados podem melhorar a qualidade da água. Também evita que a tecnologia seja percebida apenas como uma decisão externa, fortalecendo o vínculo entre diagnóstico, escolha da solução e uso cotidiano.

A etapa seguinte consiste em definir, junto com as lideranças e moradores, qual ponto da aldeia deve receber a unidade piloto. Essa decisão precisa equilibrar critérios técnicos e critérios sociais. Do ponto de vista técnico, devem ser observados vazão, declividade, distância de corpos d'água, facilidade de manutenção e possibilidade de condução por gravidade. Do ponto de vista social, devem ser considerados os locais de maior uso, a aceitação dos moradores, o acesso para limpeza e a permanência prevista da estrutura atendida. A melhor solução não é necessariamente a mais complexa, mas aquela que consegue permanecer funcionando dentro da rotina da comunidade.

Depois da escolha do local, recomenda-se elaborar um croqui simples do sistema, indicando entrada do esgoto, pré-tratamento, leito de vermifiltração, saída do efluente tratado e ponto de disposição final. Esse croqui pode ser utilizado tanto para orientar a construção quanto para facilitar o diálogo com as instituições envolvidas. Em áreas submetidas a restrições ambientais, a clareza do projeto é fundamental, pois demonstra que a intervenção busca reduzir impacto, evitar estruturas permanentes desnecessárias e proteger a qualidade ambiental. O projeto piloto deve, portanto, ser documentado de forma transparente, com registro fotográfico, memorial descritivo e plano de monitoramento.

Por fim, a avaliação do piloto deve gerar informações para uma possível ampliação. Caso os resultados indiquem boa adaptação, a tecnologia poderá ser replicada em outros pontos da aldeia, respeitando as diferenças entre moradias e seus respectivos banheiros e cozinhas. Caso sejam observadas falhas, o sistema deve ser ajustado antes de qualquer expansão. Essa lógica gradual reduz riscos, evita desperdício de materiais e permite que a solução seja construída com base na experiência concreta da comunidade. Assim, o vermifiltro deixa de ser apenas uma proposta técnica e passa a integrar um processo de aprendizagem coletiva sobre saneamento, território e permanência.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O estudo evidenciou que as condições de saneamento da aldeia Kuaray Haxa estão diretamente relacionadas à sua organização socioterritorial, aos modos de vida Guarani Mbyá e às restrições ambientais decorrentes da sobreposição com a Reserva Biológica Bom Jesus. A disposição das moradias, a declividade do terreno, a presença de cozinhas e banheiros nas residências e a distribuição dos pontos de geração de efluentes e a

possibilidade de reorganização interna da aldeia demonstram que soluções convencionais, fixas e centralizadas apresentam limitações para esse contexto.

Os dados laboratoriais analisados indicam vulnerabilidades no abastecimento de água e elevada carga orgânica no esgoto domiciliar. Nas amostras de água, foram observados valores expressivos de cor aparente, turbidez e presença de indicadores microbiológicos, especialmente na captação. Nas amostras de esgoto, os elevados valores de DBO, DQO, turbidez, coliformes totais e E. coli demonstram a necessidade de tratamento adequado dos efluentes antes de qualquer disposição no ambiente.

A análise também demonstrou que a escolha de uma solução sanitária não pode ser separada da dinâmica cultural e territorial da comunidade. A mobilidade interna das moradias, os usos coletivos do espaço, as práticas alimentares, a relação com a cidade e a atuação de diferentes instituições interferem diretamente na viabilidade das tecnologias. Nesse sentido, compreender o modo de vida local não é uma etapa complementar, mas parte central do planejamento sanitário.

O vermifiltro aparece, neste trabalho, como hipótese técnica preliminar e ainda não implantada. Sua pertinência decorre do potencial de aplicação em sistemas descentralizados, modulares e de menor interferência física. No entanto, como não houve implantação nem monitoramento, não é possível afirmar sua eficiência para a aldeia nesta etapa. A recomendação é que estudos posteriores realizem dimensionamento detalhado, implantação de unidade piloto e monitoramento comparativo entre esgoto bruto e efluente tratado.

Conclui-se que o saneamento em comunidades indígenas e tradicionais deve considerar as especificidades socioculturais, territoriais e ambientais de cada local. No caso da Kuaray Haxa, soluções adaptadas podem contribuir simultaneamente para a saúde coletiva, a permanência digna da comunidade e a proteção da Mata Atlântica. A compreensão dessas dinâmicas pode servir de referência para estudos e projetos semelhantes em outras comunidades tradicionais situadas em áreas ambientalmente sensíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. ed. Washington: American Public Health Association, 2017.

BARBOSA, Tamara Bacetti. As dádivas que vêm da Mata: espaço, histórias e trajetórias na sobreposição socioambiental entre a Tekoa Kuaray Haxa e a Reserva Biológica Bom Jesus (Guaraqueçaba - PR). 2022. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF: Presidência da República, 2000.

BRASIL. Decreto de 5 de junho de 2012. Cria a Reserva Biológica Bom Jesus, localizada nos Municípios de Guaraqueçaba, Antonina e Paranaguá, no Estado do Paraná. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.

FIOCRUZ. Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil. PR – Aldeia Guarani Kuaray Haxa aguarda a sentença definitiva para ter a permanência garantida em seu território. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2026. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/. Acesso em: 26 maio 2026.

JABUR, Gisele. A defesa dos direitos dos povos indígenas nos conflitos socioambientais em unidades de conservação: Tekoa Kuaray Haxa. 2018. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

PIGOSSO, Ariane Maria Basilio; MOSCAL, Jandaira dos Santos; GOLDBACH, Jackson. Conflitos ambientais no litoral norte do Paraná: um mapeamento preliminar. Guaju, Matinhos, v. 4, n. 1, p. 107-125, jan./jun. 2018.

UFPR/LAE. Laudo dos parâmetros analisados: Aldeia Karay Haxá. Pontal do Paraná: Universidade Federal do Paraná, Campus Pontal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Laboratório de Água e Esgoto, 2026.

BRASIL. Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2007.

TONETTI, Adriano Luiz; BRASIL, Ana Lúcia; MADRID, Francisco José Peña y Lillo; FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles; SCHNEIDER, Jerusa; CRUZ, Luana Mattos de Oliveira; DUARTE, Natália Cangussu; FERNANDES, Patrícia Moreno; COASACA, Raúl Lima; GARCIA, Rodrigo Sanches; MAGALHÃES, Taína

Martins. Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Campinas, SP: Biblioteca Unicamp, 2018.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17076:2024: Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.