ESTRUTURAÇÃO DE UM MODELO DE SANEAMENTO ALTERNATIVO PARA ACELERAÇÃO DA UNIVERSALIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BAHIA

Severino Evangelista Neto [(1)]
Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UEPB), Gerente da Gerência de Desenvolvimento em Esgotamento Sanitário (EMBASA), Mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua/UFBA).

Jamile Gonsalves de Oliveira Santos [(2)]
Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestra em Meio Ambiente, Água e Saneamento (MAASA/UFBA), Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial (PEI/UFBA). Engenheira a serviço da Gerência de Desenvolvimento em Esgotamento Sanitário (EMBASA).

Quize Maia da Costa [(3)]
Engenheira Sanitarista e Ambiental (UFBA). Engenheira a serviço da Gerência de Desenvolvimento em Esgotamento Sanitário (EMBASA).

Alanda Mercês Pires dos Santos [(4)]
Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFBA). Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq). Técnica a serviço da Gerencia de Desenvolvimento em Esgotamento Sanitário (EMBASA).

Endereço [(1)]**:** 4ª Avenida, nº 420 - Centro Administrativo da Bahia - Salvador - BA - CEP: 41745-002 - Brasil - Tel.: +55 (71) 3373-5257 - e-mail: severino.neto@embasa.ba.gov.br**.**

RESUMO

A universalização dos serviços de esgotamento sanitário permanece como um dos principais desafios do setor de saneamento, especialmente em localidades sem cobertura por sistemas convencionais ou com limitações técnicas, territoriais, ambientais e econômicas para sua expansão. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta a metodologia desenvolvida pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA) para ampliação do acesso ao esgotamento sanitário por meio de soluções alternativas associadas a uma cadeia estruturada de prestação de serviços. A metodologia foi fundamentada em benchmarking nacional e internacional, análise regulatória, avaliação territorial da área de atuação da companhia e definição de critérios de elegibilidade para seleção de áreas prioritárias. Como resultado, foram identificadas áreas potenciais nas regiões Norte, Sul e Metropolitana da Bahia, representando diferentes contextos populacionais, ambientais e operacionais.
O modelo proposto contempla mobilização social, cadastro e inspeção técnica dos imóveis, adequação ou implantação de sistemas unifamiliares, esgotamento periódico, transporte dos resíduos gerados, tratamento em sistemas da Embasa e rastreabilidade operacional dos serviços. Conclui-se que a integração entre soluções alternativas e uma cadeia contínua de gestão operacional constitui estratégia complementar para ampliação da cobertura sanitária e avanço das metas de universalização.

PALAVRAS-CHAVE: Universalização; Soluções Alternativas; Esgotamento Sanitário.

1. INTRODUÇÃO

A universalização dos Serviços de saneamento básico é um dos principais desafios da infraestrutura brasileira. Com a promulgação da Lei nº 14.026/2020, que atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico, foi estabelecida a meta de atendimento de 99% da população com abastecimento de água potável e de 90% com coleta e tratamento de esgotos até o ano de 2033.

Embora os avanços observados nas últimas décadas tenham contribuídos para a ampliação da cobertura dos serviços, persistem desafios significativos relacionados ao atendimento de áreas com baixa densidade populacional, ocupação dispersa, limitações geográficas e reduzida viabilidade técnico-econômica para a implantação de sistemas convencionais de esgotamento sanitário.

Nesse contexto, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio da Norma de Referência (NR) n° 8/2024 e da n° 230/2024, reforçou a necessidade de adoção de estratégias capazes de viabilizar o alcance das metas de universalização, reconhecendo a importância das soluções alternativas de saneamento para o atendimento de populações não contempladas por sistemas públicos convencionais. Em âmbito estadual, a Resolução AGERSA nº 004/2025 consolidou diretrizes para a prestação dos serviços de esgotamento sanitário por meio de soluções alternativas, fortalecendo o ambiente regulatório necessário para sua implantação. Em complemento, a ABNT NBR 17076:2025 estabeleceu critérios técnicos para concepção, implantação, operação e manutenção desses sistemas, contribuindo para padronização e segurança operacional.

A realidade do Estado da Bahia evidencia a relevância desse tema. A área de atuação da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa) abrange 368 municípios atendidos pelo serviço de Abastecimento de água, dos quais 122 também são atendidos com sistemas de esgotamento sanitário. Neste universo, aproximadamente 79% dos municípios possuem população inferior a 30 mil habitantes e cerca de 290 apresentam densidade populacional classificadas como baixa ou muito baixa, caracterizando cenários nos quais a expansão de redes coletoras convencionais frequentemente enfrenta restrições técnicas, ambientais e econômicas. Somam-se a esse contexto fatores como dispersão domiciliar, vulnerabilidade hidrogeológica, características geotécnicas específicas e limitações operacionais associadas à implementação e manutenção da infraestrutura tradicional de esgotamento sanitário.

Dados do Censo Demográfico 2022 indicam que parcela significativa dos domicílios localizados fora das áreas atendidas por rede coletora utiliza soluções individuais, muitas vezes implantadas sem critérios técnicos adequados ou sem manutenção periódica, o que pode comprometer a eficiência sanitária e ambiental. Esse cenário demonstra que o desafio da universalização não está restrito à implantação de novas infraestruturas convencionais, mas também à estruturação de modelos sustentáveis de prestação de serviços capazes de garantir a operação, monitoramento e gestão adequados ao longo do ciclo de vida de sistemas alternativos.

Diante deste contexto, a Embasa desenvolveu o Programa de Aceleração da Universalização do Esgotamento Sanitário a partir de Soluções Alternativas, iniciativa voltada à ampliação do acesso aos serviços de esgotamento sanitário em áreas não atendidas por sistemas convencionais. O programa fundamenta-se na utilização de Sistemas Unifamiliares de Esgotamento Sanitário (SUES), associados a uma metodologia integrada que contempla critérios de seleção territorial, avaliação geoambiental, definição tecnológica, implantação de sistemas, operação assistida, rastreabilidade e gestão dos resíduos gerados. A proposta busca estabelecer um modelo replicável, alinhado às diretrizes regulatórias vigentes e capaz de contribuir para a universalização dos serviços em regiões com características territoriais que demandam soluções diferenciadas.

2. OBJETIVOS

Propor metodologia para ampliação da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário em áreas de baixa densidade populacional e localidades com limitações à implantação de sistemas convencionais, visando contribuir para o alcance das metas de universalização estabelecidas pelo Marco Legal do Saneamento.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia adotada para estruturação do Programa de Aceleração da Universalização do Esgotamento Sanitário a partir de Soluções Alternativas foi desenvolvida com o objetivo de estabelecer um modelo técnico, operacional e regulatório capaz de viabilizar a ampliação dos sistemas unifamiliares. A construção da proposta foi baseada na integração de análises regulatórias, benchmarking internacionais e nacionais, diagnóstico territorial, avaliação geoambiental, definição de soluções tecnológicas e estruturação dos processos operacionais necessários à prestação dos serviços.

O desenvolvimento da metodologia foi realizado em cinco etapas complementares, descritas a seguir.

3.1 Levantamento de Referências Técnicas, Regulatórias e Experiências de Mercado

A primeira etapa da metodologia foi o levantamento e análise de referências técnicas, regulatórias e experienciais práticas relacionadas à implantação, operação e gestão de soluções alternativas de esgotamento sanitário. Esta etapa teve como objetivo identificar modelos consolidados de prestação de serviços capazes de subsidiar a construção de uma metodologia aplicável ao contexto dos municípios atendidos pela Embasa, especialmente em áreas caracterizadas por baixa densidade populacional, ocupação dispersa e limitações à implantação de sistemas convencionais de coleta e tratamento de esgotos.

O levantamento contemplou a análise de experiências internacionais e nacionais reconhecidas pela adoção de sistemas descentralizados de esgotamento sanitário, bem como de modelos estruturados de gestão dos serviços associados a essas soluções. Foram avaliadas iniciativas desenvolvidas nos Estados Unidos, França, Austrália e África do Sul, países que apresentam diferentes níveis de maturidade regulatória e operacional na utilização de sistemas individuais e descentralizados de tratamento de esgoto. Também foram analisadas experiências nacionais conduzidas por órgãos governamentais, agências ambientais e prestadores de serviços de saneamento, incluindo programas voltados à ampliação da cobertura sanitária em áreas rurais, periurbanas e localidades com reduzida viabilidade para implantação de redes coletoras convencionais.

A estruturação do programa foi fundamentada na análise do arcabouço legal, regulatório e normativo vigente, compreendendo a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, as Normas de Referência da ANA, com destaque para a NR nº 08/2024 e a Resolução nº 230/2024, a Resolução AGERSA nº 004/2025 e a ABNT NBR 17076:2025. A avaliação integrada desses instrumentos possibilitou consolidar as diretrizes relativas à universalização dos serviços, aos critérios de aplicação de soluções alternativas e às responsabilidades dos agentes envolvidos na implantação, operação e manutenção dos sistemas.

Além da pesquisa documental, foram realizadas consultas técnicas junto a instituições do setor de saneamento e empresas que atuam na implantação e operação de soluções descentralizadas de esgotamento sanitário. Também foram promovidas reuniões técnicas com especialistas, fornecedores de equipamentos e prestadores de serviços, visando compreender aspectos relacionados ao desempenho das tecnologias disponíveis, requisitos operacionais, modelos de contratação, mecanismos de monitoramento e estratégias de gestão dos resíduos gerados.

As informações obtidas nessa etapa foram consolidadas e utilizadas como base para o desenvolvimento dos critérios de elegibilidade das áreas de atuação, definição dos arranjos tecnológicos, estruturação dos serviços operacionais e elaboração do modelo de gestão proposto para o Programa.

3.2 Caracterização do Universo de Atuação

Com o objetivo de compreender o potencial de aplicação de soluções alternativas de esgotamento sanitário na área de atuação da Embasa, conduziu-se um diagnóstico abrangente dos municípios atendidos pela Companhia. Essa etapa teve como finalidade identificar características territoriais, demográficas e operacionais capazes de influenciar a viabilidade de expansão dos serviços por meio de sistemas descentralizados, para em seguida subsidiar a definição dos critérios de elegibilidade das áreas a serem contempladas pelo programa.

A caracterização foi desenvolvida a partir da consolidação e análise de informações provenientes de bases institucionais da Embasa, dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), indicadores de cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e informações territoriais disponíveis em sistemas de informações geográficas. Foram considerados o porte populacional dos municípios, densidade demográfica, distribuição espacial da população, cobertura atual dos serviços de esgotamento sanitário e tipologias predominantes de atendimento existentes.

O diagnóstico também contemplou o mapeamento das formas predominantes de disposição dos esgotos domésticos existentes nas áreas analisadas (IBGE, 2022), buscando identificar a presença de sistemas individuais, fossas rudimentares, fossas sépticas e outras soluções utilizadas pela população. Essa avaliação permitiu compreender o cenário sanitário existente, estimar potenciais passivos ambientais e subsidiar a definição das estratégias de intervenção mais adequadas para cada contexto.

As informações obtidas foram organizadas em bases georreferenciadas e utilizadas para identificar áreas com potencial aplicação de soluções alternativas de esgotamento sanitário, constituindo o ponto de partida para o desenvolvimento dos critérios de elegibilidade e seleção das áreas piloto contempladas pelo programa.

3.3 Desenvolvimento dos Critérios de Elegibilidade

A definição dos critérios de elegibilidade constituiu uma importante etapa da metodologia, tendo como objetivo identificar localidades com potencial para ampliação da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário por meio de soluções alternativas. A construção desses critérios buscou estabelecer um processo

de tomada de decisão capaz de orientar a seleção de áreas prioritárias de forma técnica, transparente e alinhada às diretrizes regulatórias vigentes.

A elaboração dos critérios foi baseada na integração das informações obtidas durante o diagnóstico territorial, nas análises regulatórias e nas experiências nacionais e internacionais avaliadas na etapa anterior. Foram considerados aspectos relacionados à cobertura atual dos serviços, características demográficas, condições de ocupação do território, viabilidade técnico-econômica dos sistemas convencionais e potencial de aplicação de soluções descentralizadas.

Como premissa inicial, foram consideradas elegíveis as áreas não atendidas por sistemas públicos de esgotamento sanitário ou com atendimento insuficiente para garantir condições adequadas de salubridade e proteção ambiental. Foi avaliada a existência de planejamento para expansão dos sistemas convencionais, de modo a evitar sobreposição de investimentos e assegurar a complementaridade entre as diferentes estratégias de universalização.

Também foram incorporados critérios relacionados à densidade populacional e à dispersão domiciliar, reconhecendo que localidades com ocupação dispersa tendem a apresentar maior complexidade para implantação e operação de redes coletoras convencionais. Assim, as soluções alternativas podem representar uma alternativa técnica e economicamente mais adequada para ampliação do acesso aos serviços.

A avaliação contemplou ainda fatores associados às características físicas e ambientais das áreas analisadas, incluindo restrições geotécnicas, vulnerabilidade ambiental, condições de infiltração dos solos, presença de corpos hídricos sensíveis e limitações físicas para implantação de infraestrutura convencional. Esses elementos foram considerados essenciais para garantir a compatibilidade entre as soluções propostas e as condições locais de implantação e operação.

Como resultado desse processo, foi estruturada uma metodologia de seleção baseada na análise integrada de critérios territoriais, operacionais, ambientais, regulatórios e socioeconômicos, permitindo identificar áreas prioritárias para implantação do programa e direcionar as etapas subsequentes de avaliação geoambiental e definição tecnológica. A aplicação desses critérios possibilitou a construção de um modelo de seleção replicável, capaz de apoiar futuras iniciativas de expansão dos serviços de esgotamento sanitário em áreas com características semelhantes.

3.4 Avaliação Geoambiental da Áreas Prioritárias

Após a definição dos critérios de elegibilidade, foram selecionadas áreas prioritárias representativas de diferentes contextos territoriais e ambientais existentes na área de atuação da Embasa. A escolha dessas áreas buscou contemplar cenários distintos quanto às características, hidrogeológica, pedológicas, topográficas, climáticas e de uso e ocupação do solo, permitindo avaliar a aplicabilidade da metodologia proposta em diferentes realidades operacionais.

As áreas selecionadas para a Fase I do Programa estão localizadas nos municípios de Glória e Mucuri, além de localidades situadas na Região Metropolitana de Salvador. A seleção considerou fatores como déficit de cobertura dos serviços de esgotamento sanitário, potencial de replicação dos resultados, diversidade de condições geoambientais e ausência de previsão de atendimento por sistemas convencionais em curto e médio prazo.

A avaliação geoambiental foi desenvolvida a partir da integração de informações provenientes de bases cartográficas, sistemas de informações geográficas, dados geológicos, pedológicos e hidrogeológicos disponíveis em instituições oficiais como IBGE e ANA, complementados por análises espaciais e levantamentos técnicos realizados no âmbito do projeto. O objetivo foi identificar condicionantes ambientais capazes de influenciar o desempenho, a segurança sanitária e a sustentabilidade das soluções alternativas propostas.

Entre os aspectos avaliados destacam-se as características dos solos, a capacidade de infiltração do terreno, a profundidade do lençol freático, a vulnerabilidade dos aquíferos, a presença de corpos hídricos superficiais, as condições de relevo e as restrições ambientais existentes. A análise desses fatores permitiu identificar áreas com maior aptidão para utilização de diferentes dispositivos de infiltração no solo, bem como localidades que demandariam soluções complementares para manejo dos efluentes e dos subprodutos gerados durante a operação dos sistemas.

A avaliação contemplou ainda a identificação de potenciais limitações associadas à implantação e manutenção das unidades, incluindo restrições de acesso, disponibilidade de área para instalação dos sistemas, proximidade de edificações, interferências com infraestruturas existentes e aspectos relacionados à proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Os resultados obtidos foram utilizados como subsídio para indicação dos arranjos tecnológicos mais adequados a cada contexto analisado, permitindo compatibilizar os requisitos técnicos dos sistemas com as condições ambientais e operacionais observadas em campo.

3.5 Definição do Arranjos Tecnológicos

A indicação dos arranjos tecnológicos foi realizada com base na integração dos resultados obtidos nas etapas anteriores, contemplando os aspectos regulatórios, territoriais, operacionais e geoambientais identificados durante o desenvolvimento da metodologia.

A seleção das tecnologias partiu do princípio de que não existe uma solução única capaz de atender adequadamente todos os contextos territoriais. Dessa forma, buscou-se adotar configurações tecnológicas flexíveis, capazes de se adequar às diferentes condições de ocupação, características ambientais e necessidades operacionais observadas nas áreas estudadas.

Como diretriz geral, foram priorizadas soluções descentralizadas de tratamento de esgotos sanitários, compostas por unidades compactas de tratamento associadas a dispositivos complementares de disposição final ou manejo dos subprodutos gerados. A adoção dessas soluções considerou critérios relacionados à eficiência do tratamento, simplicidade operacional, facilidade de implantação, disponibilidade de insumos, custos de operação e manutenção e capacidade de atendimento às exigências ambientais e sanitárias aplicáveis.

A partir dos estudos realizados, foram estruturados dois arranjos tecnológicos principais, denominados Sistemas Unifamiliares de Esgotamento Sanitário (SUES), concebidos para atender diferentes condições geoambientais e operacionais. A definição do arranjo aplicável em cada unidade dependerá dos resultados das avaliações técnicas realizadas em campo, considerando fatores como características dos solos, potencial de infiltração, disponibilidade de área, condições de acesso, logística operacional e necessidades de manejo dos resíduos gerados pelo tratamento.

Além da definição dos sistemas de tratamento, foram estabelecidas diretrizes para implantação, operação, manutenção periódica, limpeza programada, transporte e destinação ambientalmente adequada dos resíduos removidos das unidades. Essa abordagem permitiu que a escolha tecnológica fosse realizada de forma integrada à estratégia de prestação dos serviços, garantindo que os sistemas selecionados apresentem não apenas viabilidade de implantação, mas também condições adequadas de operação ao longo de seu ciclo de vida.

Dessa forma, a definição dos arranjos tecnológicos foi concebida como parte integrante da metodologia de universalização proposta, associando critérios técnicos, ambientais e operacionais para assegurar a efetividade e a sustentabilidade dos serviços de esgotamento sanitário prestados por meio de soluções alternativas.

3.6 Estruturação do Modelo Operacional

A etapa final da metodologia consistiu na estruturação do modelo operacional para prestação dos serviços de esgotamento sanitário por meio de soluções alternativas. O modelo foi concebido com o objetivo de garantir não apenas a disponibilidade da infraestrutura sanitária, mas principalmente a continuidade, a eficiência operacional e a sustentabilidade dos serviços ao longo do ciclo de vida das unidades atendidas.

A estruturação operacional partiu do princípio de que a universalização do esgotamento sanitário em áreas de baixa densidade populacional demanda uma abordagem integrada, contemplando atividades de diagnóstico, acompanhamento técnico, operação assistida e gestão dos resíduos gerados pelos sistemas individuais de tratamento. Dessa forma, a metodologia foi desenvolvida para abranger todas as etapas necessárias à adequada prestação dos serviços, desde o primeiro contato com os usuários até a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos removidos das unidades.

Como etapa inicial, foram previstas ações de comunicação social e mobilização comunitária voltadas à divulgação do programa, orientação aos usuários e apoio às atividades de campo. Em seguida, foram estabelecidos procedimentos para cadastro das unidades, realização de inspeções técnicas domiciliares e

diagnóstico das condições sanitárias existentes, permitindo avaliar a situação de cada imóvel e definir as intervenções necessárias.

Com base nos resultados das inspeções técnicas, as unidades serão classificadas quanto à sua adequação às condições operacionais e sanitárias requeridas. A depender das condições identificadas, podem ser previstas ações de manutenção corretiva, adequação parcial, substituição de componentes, desativação de sistemas inadequados ou, quando tecnicamente necessário, implantação de novos sistemas unifamiliares de esgotamento sanitário (biodigestores).

Complementarmente, foram definidos procedimentos para realização do esgotamento periódico dos sistemas, remoção mecanizada do lodo acumulado, transporte dos resíduos por veículos apropriados e encaminhamento para unidades de tratamento e disposição final ambientalmente adequadas. A metodologia considerou a integração dessas atividades à infraestrutura operacional existente, permitindo a recepção e o tratamento dos resíduos gerados em sistemas de esgotamento sanitário operados pela Embasa.

Por fim, foram incorporados mecanismos de rastreabilidade e controle operacional capazes de registrar as intervenções executadas, acompanhar os serviços realizados e subsidiar a gestão das informações do programa. A integração dessas atividades permitiu estruturar um modelo operacional orientado à prestação contínua dos serviços de esgotamento sanitário, assegurando condições adequadas de desempenho dos sistemas e contribuindo para a sustentabilidade das soluções alternativas adotadas.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Benchmarking

O benchmarking realizado permitiu identificar experiências nacionais e internacionais que utilizam soluções alternativas como instrumento para ampliação da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário em áreas onde a implantação de sistemas convencionais apresenta limitações técnicas, econômicas ou territoriais. As iniciativas avaliadas demonstraram que os sistemas descentralizados constituem alternativa consolidada em diversos países e vêm sendo incorporados às estratégias de universalização adotadas por prestadores de serviços e órgãos governamentais.

No cenário internacional, observou-se que países como Estados Unidos, França, Austrália e África do Sul utilizam soluções alternativas em larga escala, atendendo parcelas significativas da população por meio de sistemas individuais e descentralizados de tratamento de esgotos (Tabela 1). Em comum, essas experiências apresentam mecanismos de regulamentação, inspeção, monitoramento e manutenção periódica das unidades existentes e implantadas, assegurando condições adequadas de desempenho ao longo do ciclo de vida dos sistemas.

Nos Estados Unidos, aproximadamente 20% da população é atendida por sistemas sépticos ou soluções equivalentes, totalizando mais de 60 milhões de habitantes. Em alguns estados, especialmente aqueles caracterizados por ocupação dispersa e áreas rurais extensas, os percentuais de atendimento por soluções individuais são significativamente superiores à média nacional (EPA, 2024).

Na França, o saneamento não coletivo (*Assainissement Non Collectif* (ANC)) é reconhecido como modalidade oficial de prestação dos serviços de esgotamento sanitário. Estima-se que cerca de 20% da população seja atendida por sistemas individuais, totalizando aproximadamente 5 milhões de instalações em operação. O modelo francês destaca-se pela atuação do *Service Public d'Assainissement Non Collectif* (SPANC), responsável pela fiscalização e acompanhamento dos sistemas (França, 2024).

Na Austrália, mais de 1,5 milhão de residências utilizam sistemas individuais de tratamento de esgoto, especialmente em áreas rurais e suburbanas. Os programas analisados evidenciaram forte integração entre licenciamento, cadastro das unidades, inspeções periódicas e gestão operacional dos sistemas (EPA Victoria, 2024).

Destaca-se também a experiência da África do Sul, que estruturou uma Estratégia Nacional de Gestão de Lodo Fecal (*National Faecal Sludge Management Strategy*) voltada à gestão integrada dos resíduos gerados por sistemas descentralizados. A estratégia reconhece que milhões de domicílios continuarão utilizando soluções individuais por longos períodos (~2,7 milhões de Latrinas ventiladas - *Ventilated Improved Pit latrine* (VIP) e ~498 mil fossas sépticas) e estabelece diretrizes para atividades de esgotamento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos, incorporando a gestão do lodo como parte integrante da prestação dos serviços de saneamento (South África, 2024).

Tabela 1. Benchmarking internacional

País	Cobertura por soluções alternativas	Gestão dos sistemas	Periodicidade típica de esgotamento/manutenção	Referência
Estados Unidos	~20% da população (≈60 milhões de habitantes)	Proprietário sob regulação estadual/local	Inspeção regulares e limpeza dos tanques sépticos em média, a cada 3 a 5 anos	EPA (2024)
França	~20% da população (≈5 milhões de instalações)	Fiscalização pelo SPANC	Conforme inspeção e acúmulo de lodo	SPANC (2023)
Austrália	>1,5 milhão de residências	Gestão compartilhada entre usuário e governo local	Programas periódicos definidos localmente	EPA Victoria (2024)
África do Sul	~2,7 milhões de VIPs e ~498 mil fossas sépticas	Estratégia Nacional de Gestão de Lodo Fecal coordenada pelo DWS	Variável conforme estratégia local	DWS (2023)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EPA (2024); SPANC (2023); EPA Victoria (2024) e Department of Water and Sanitation - South África (2023).

No contexto nacional, foram identificados programas voltados à universalização dos serviços em áreas rurais, municípios de pequeno porte e localidades com baixa densidade populacional no sul do país. As experiências analisadas demonstraram diferentes abordagens para ampliação da cobertura sanitária, incluindo implantação de sistemas individuais, gestão continuada dos sistemas existentes, limpeza programada, transporte dos resíduos gerados e integração dos subprodutos às estruturas de tratamento operadas pelos prestadores dos serviços.

Além disso, também foi identificado o Programa Probacias, desenvolvido no Estado do Espírito Santo, que prevê a implantação de aproximadamente 15 mil biodigestores em cinco anos, com foco na melhoria da qualidade ambiental de bacias hidrográficas prioritárias. A Tabela 2 reúne os programas nacionais considerados mais relevantes para o desenvolvimento da metodologia proposta.

Tabela 2. Benchmarking Nacional

Programa	Localização	Escala do programa	Principal contribuição	Referência
SoluTrat/Corsan	Rio Grande do Sul	Implantado inicialmente em 10 municípios, com expansão prevista para 90 municípios atendidos pela Corsan com viabilidade técnica.	Prestação do serviço de limpeza programada de fossas sépticas, transporte e destinação adequada dos resíduos em ETEs	Corsan (2021; 2022)
Esgotamento sobre Rodas/ Casan	Santa Catarina	Meta de atendimento a 140 municípios com até 15 mil habitantes.	Estratégia de universalização baseada na gestão continuada dos sistemas individuais, incluindo esgotamento programado, transporte e destinação adequada do lodo	CASAN (2024)
SaneiaBlu / BRK	Santa Catarina	Meta de atendimento de 40% da população de Blumenau com sistemas alternativos de esgotamento sanitário até	Integração entre gestão operacional, monitoramento e atendimento aos usuários	BRK Ambiental (2025)

		2029.		
Probacias	Espírito Santo	Instalação de 15 mil biodigestores previstos em 5 anos	Aplicação de soluções alternativas para proteção de bacias hidrográficas e ampliação da cobertura sanitária	AGERH/IEMA (2023)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Corsan (2021; 2022); CASAN (2024); BRK Ambiental (2025) e AGERH/IEMA (2023).

O benchmarking realizado indicou que a efetividade dos programas de saneamento descentralizado está associada à integração entre ambiente regulatório favorável, critérios técnicos para seleção das áreas atendidas, compatibilização das soluções tecnológicas com as características locais e existência de mecanismos permanentes de operação, monitoramento e controle dos serviços prestados. Esses elementos serviram de base para a estruturação da metodologia desenvolvida pela Embasa, contribuindo para definição dos critérios de elegibilidade, avaliação geoambiental, seleção dos arranjos tecnológicos e modelagem operacional do programa.

4.2 Diagnóstico das Áreas de Atuação da Embasa

O diagnóstico realizado evidenciou características territoriais e demográficas que reforçam a necessidade de adoção de estratégias complementares aos sistemas convencionais para ampliação da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário na área de atuação da Embasa.

A Embasa presta serviços de abastecimento de água em 368 municípios distribuídos pelas diferentes regiões do Estado da Bahia, abrangendo áreas urbanas, periurbanas e rurais com elevada diversidade de características territoriais, socioeconômicas e ambientais. A distribuição espacial dos municípios atendidos é apresentada na Figura 1, evidenciando a ampla abrangência geográfica da Companhia na prestação dos serviços de abastecimento de água. Em contrapartida, os serviços de esgotamento sanitário encontram-se implantados em apenas 122 municípios, o que demonstra a assimetria entre os níveis de cobertura dos dois componentes do saneamento básico e reforça o potencial de expansão das ações voltadas à universalização do esgotamento sanitário.

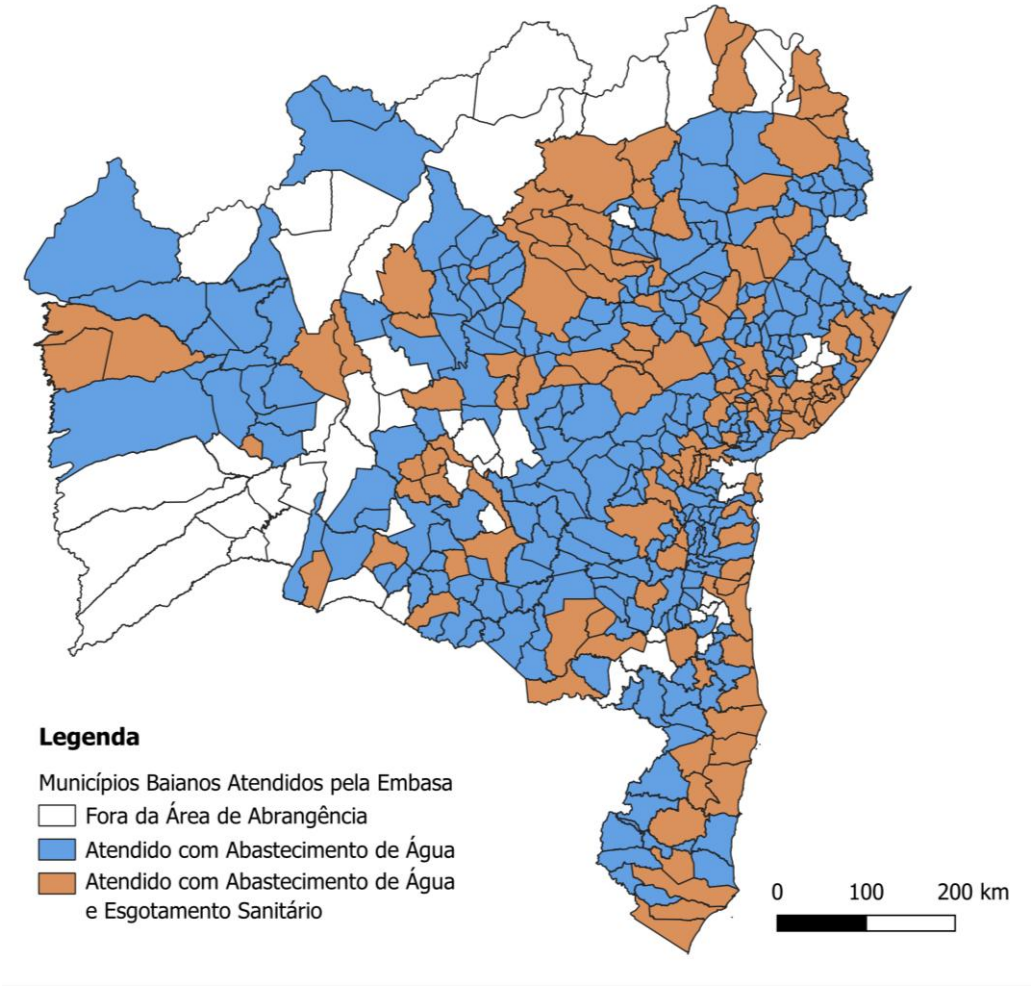
A análise do porte populacional dos municípios demonstrou predominância de localidades de pequeno porte. Dos municípios atendidos, aproximadamente 79% possuem população inferior a 30 mil habitantes, característica que influencia diretamente a viabilidade técnica e econômica da implantação de sistemas convencionais de coleta e tratamento de esgotos. Além do porte populacional, a avaliação da densidade demográfica revelou que aproximadamente 290 municípios apresentam densidade populacional classificada como baixa ou muito baixa. Essa condição resulta em elevados custos de implantação e operação de redes coletoras convencionais, em função da dispersão das unidades habitacionais e da necessidade de grandes extensões de infraestrutura para atendimento de um número reduzido de usuários.

Os resultados também demonstraram a existência de extensas áreas sem perspectiva de atendimento por sistemas convencionais no curto e médio prazo, especialmente em localidades rurais, comunidades dispersas e núcleos populacionais situados em regiões periféricas dos centros urbanos. Nessas condições, a adoção exclusiva de estratégias baseadas na expansão das redes coletoras pode representar elevados investimentos, com reduzido retorno em termos de ampliação da cobertura sanitária.

O diagnóstico permitiu concluir que parte significativa da área de atuação da Embasa apresenta características compatíveis com a aplicação de soluções alternativas de esgotamento sanitário, desde que associadas a critérios adequados de seleção das áreas, avaliação geoambiental, definição tecnológica e estruturação dos serviços operacionais necessários para garantir a sustentabilidade das intervenções realizadas.

Esses resultados reforçaram a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia específica para atendimento das áreas de baixa densidade populacional que serviram de base para definição dos critérios de elegibilidade adotados no Programa.

Figura 1 - Áreas de atendimento da Embasa.



Fonte: Embasa, 2025.

4.3 Matriz de Elegibilidade Definidos

Com base nas análises regulatórias, territoriais, operacionais e geoambientais realizadas, foi estruturado um processo de elegibilidade para identificação das áreas prioritárias para implantação da primeira fase do Programa de Soluções Alternativas de Esgotamento Sanitário. O objetivo foi direcionar os investimentos para localidades sem atendimento por sistemas convencionais e sem perspectiva de implantação de obras estruturantes em curto e médio prazo, onde as soluções alternativas possam contribuir para ampliação da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário.

Os critérios adotados consideraram aspectos relacionados à cobertura dos serviços, densidade demográfica, padrão de ocupação do território, viabilidade de expansão dos sistemas convencionais, características geoambientais e capacidade de operacionalização dos serviços. Foram priorizadas localidades com ocupação dispersa ou não contínua, bem como áreas que apresentassem limitações técnicas, econômicas ou operacionais para implantação de sistemas convencionais de esgotamento sanitário.

A Tabela 4 apresenta os critérios utilizados para identificação e priorização das áreas potenciais para implantação da primeira fase do programa.

Tabela 3. Matriz de critérios de elegibilidade

Grupo de Critério	Critério Avaliado	Diretriz de Aplicação
Regulatório	Área elegível conforme legislação e normativos vigentes	Atendimento às diretrizes da Lei nº 11.445/2007, Lei nº 14.026/2020, NR nº 8/ANA, Resolução ANA nº 230/2024 e Resolução AGERSA nº 004/2025
Cobertura dos Serviços	Existência de atendimento por Sistema Esgotamento Sanitário (SES) convencional	Prioridade para áreas sem cobertura ou com atendimento insuficiente
Planejamento Setorial	Previsão de implantação ou ampliação de SES convencional	Exclusão de áreas com previsão de atendimento por sistemas convencionais em curto ou médio prazo
Demográfico e Territorial	Porte populacional, densidade demográfica e dispersão domiciliar	Prioridade para localidades com baixa densidade populacional e ocupação dispersa
Geoambiental	Características do solo, taxa de infiltração, lençol freático, vulnerabilidade ambiental e disponibilidade de área	Definição da aptidão da área e dos arranjos tecnológicos compatíveis
Operacional	Viabilidade de acesso, inspeção, manutenção e esgotamento periódico	Garantia da sustentabilidade operacional e da prestação continuada dos serviços

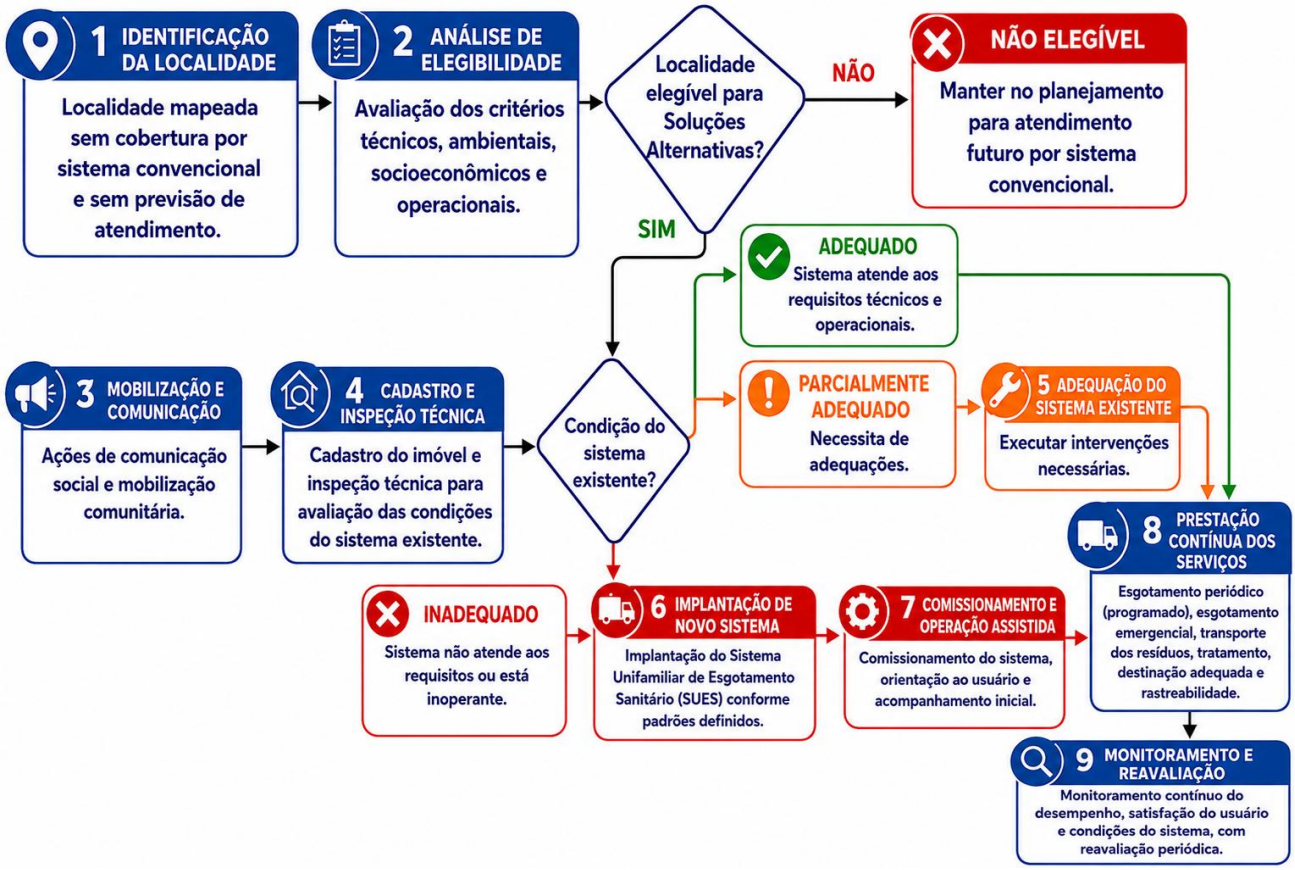
Fonte: Elaboração própria.

Além da definição dos critérios de priorização, foi desenvolvido um fluxo decisório para orientar o enquadramento das unidades e a definição das intervenções necessárias em cada situação identificada (Figura 2). O fluxo contempla desde as etapas iniciais de mobilização social até a definição das ações de adequação, substituição ou implantação dos sistemas, conforme as condições sanitárias observadas em campo.

É importante ressaltar que durante o processo de análise das áreas elegíveis observou-se que a adoção de critérios exclusivamente populacionais de um município seria insuficiente para a identificação das áreas prioritárias, uma vez que localidades com características compatíveis podem estar presentes tanto em municípios de pequeno porte quanto em regiões específicas de municípios mais populosos. Dessa forma, a combinação entre critérios de cobertura, planejamento setorial, ocupação territorial, condições geoambientais e viabilidade operacional mostrou-se mais adequada para orientar a seleção das áreas com potencial aplicação da metodologia proposta.

Assim, a aplicação dos critérios de elegibilidade associada ao fluxo de enquadramento permitiu identificar áreas potenciais para implantação do programa em diferentes contextos territoriais da área de atuação da Embasa, cujos resultados são apresentados na seção seguinte.

Figura 2. Fluxograma decisório para atendimento com soluções alternativas



Fonte: Elaboração própria utilizado ChatGPT.

4.4 Seleção das Áreas Prioritárias para Implantação da Fase I

A aplicação dos critérios de elegibilidade e a análise integrada dos aspectos territoriais, populacionais e geoambientais permitiram identificar áreas com potencial para implantação da primeira fase do Programa de Aceleração da Universalização a partir de Soluções Alternativas de Esgotamento Sanitário. As localidades selecionadas representam diferentes contextos de ocupação do território, condições ambientais e desafios operacionais, possibilitando avaliar a aplicabilidade da metodologia proposta em cenários distintos da área de atuação da Embasa.

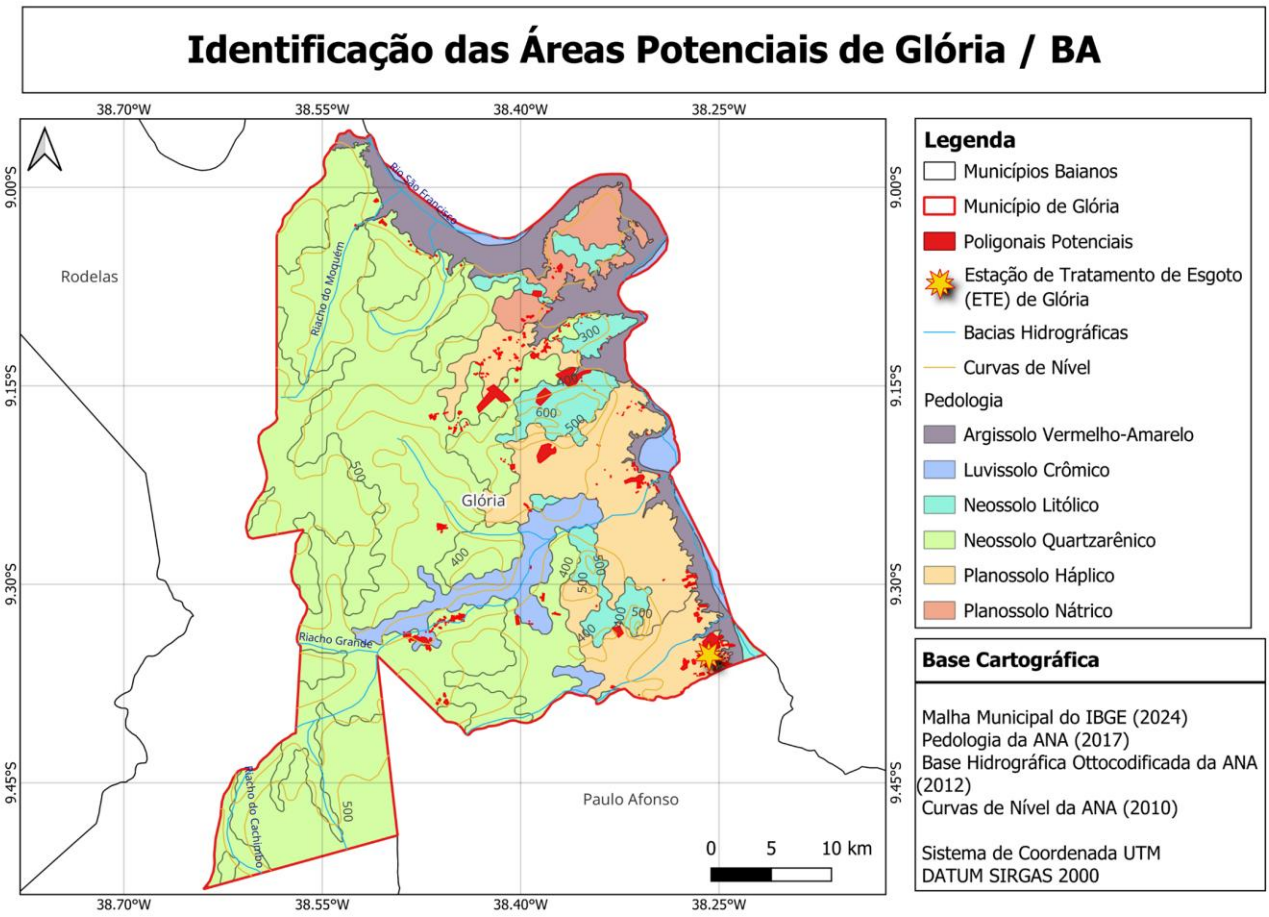
Com o objetivo de contemplar diferentes realidades regionais, foram selecionadas áreas localizadas em três macrorregiões do estado da Bahia: Região Norte, Região Sul e Região Metropolitana de Salvador. Em cada uma dessas regiões foram mapeadas localidades sem cobertura por sistemas convencionais de esgotamento sanitário e sem previsão de atendimento por obras estruturantes no horizonte de planejamento considerado, constituindo áreas potenciais para implantação das soluções alternativas.

A Região Norte foi representada pelo município de Glória, localizado no Vale do São Francisco. A área selecionada caracteriza-se por baixa densidade demográfica, aproximadamente 10 hab./km², e elevada dispersão das ocupações, condições que dificultam a expansão de sistemas convencionais de esgotamento sanitário. Do ponto de vista geoambiental, predominam Neossolos Quartzarênicos, Planossolos e Argissolos, resultando em diferentes condições de infiltração e drenagem dos efluentes tratados (Figura 3). A análise integrada dos aspectos populacionais, pedológicos e hidroambientais permitiu identificar áreas potenciais para implantação das soluções alternativas e avaliar diferentes cenários de aplicação da metodologia

A Região Sul foi representada pelo município de Mucuri, localizado no extremo sul da Bahia. A área apresenta população aproximada de 42 mil habitantes distribuídos em um território de cerca de 1.786 km², resultando em densidade demográfica inferior a 25 hab./km². A região possui ocupação heterogênea, combinando núcleos urbanos consolidados com extensas áreas de baixa densidade populacional.

Predominam Argissolos, Latossolos e ocorrências localizadas de Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos, evidenciando diferentes condicionantes para implantação dos sistemas (Figura 4). O mapeamento das áreas potenciais permitiu identificar localidades compatíveis com a adoção de soluções alternativas e avaliar as restrições ambientais e operacionais associadas ao contexto territorial.

Figura 3. Município de Glória- Bahia



Fonte: Elaboração própria.

Na Região Metropolitana de Salvador foram selecionadas localidades inseridas nos municípios de Dias d'Ávila, Mata de São João, Santo Amaro e São Sebastião do Passé (Figuras 5 e 6). Diferente das demais regiões, a seleção concentrou-se em áreas localizadas em municípios de maior densidade populacional, porém ainda caracterizadas pela ausência de atendimento por sistemas convencionais ou por limitações à sua expansão. As áreas mapeadas apresentam diversidade de condições pedológicas, com predominância de Argissolos, Latossolos e Espodossolos, refletindo diferentes comportamentos de infiltração e drenagem.

As análises realizadas indicaram que as localidades selecionadas apresentam características representativas dos cenários identificados no diagnóstico da área de atuação da Embasa, incluindo ocupação dispersa, limitações para expansão dos sistemas convencionais e potencial para adoção de soluções alternativas associadas a serviços estruturados de inspeção, operação assistida, esgotamento periódico e gestão dos resíduos gerados.

A seleção dessas áreas permitiu direcionar os estudos geoambientais detalhados e subsidiar a indicação dos arranjos tecnológicos e operacionais previstos para a implantação da primeira fase do programa, constituindo uma etapa fundamental para consolidação da metodologia proposta.

Figura 4. Município de Mucuri- Bahia.

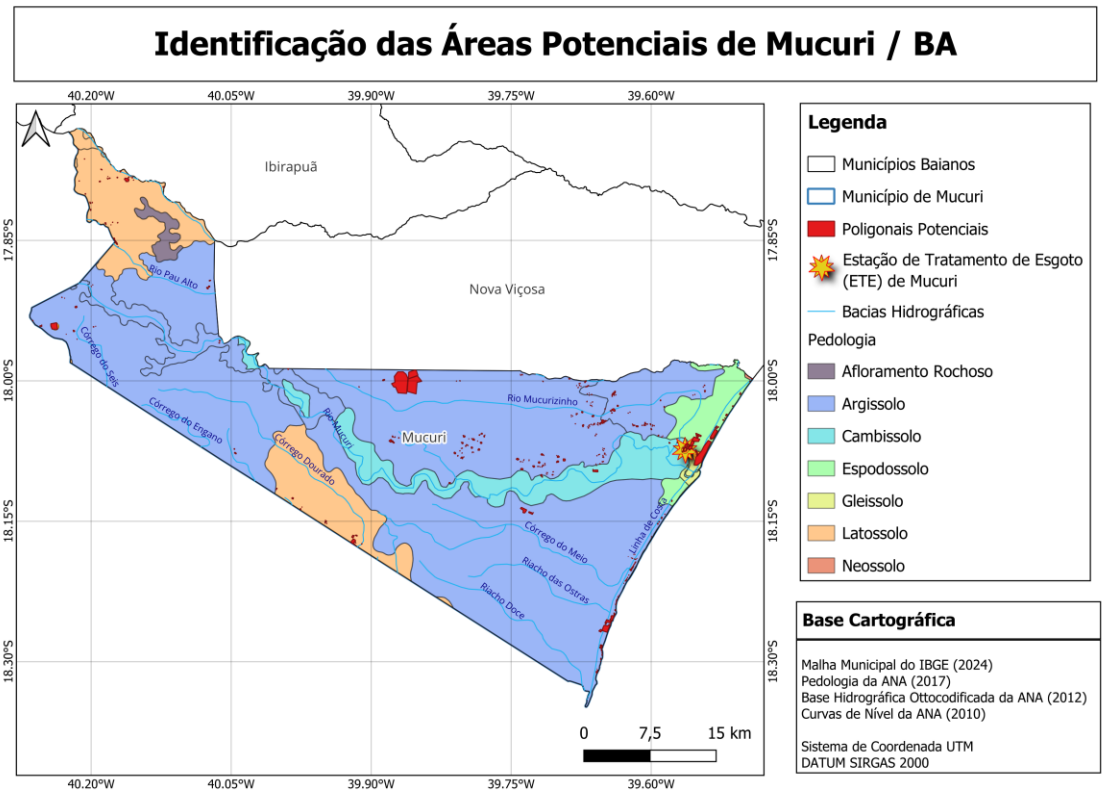
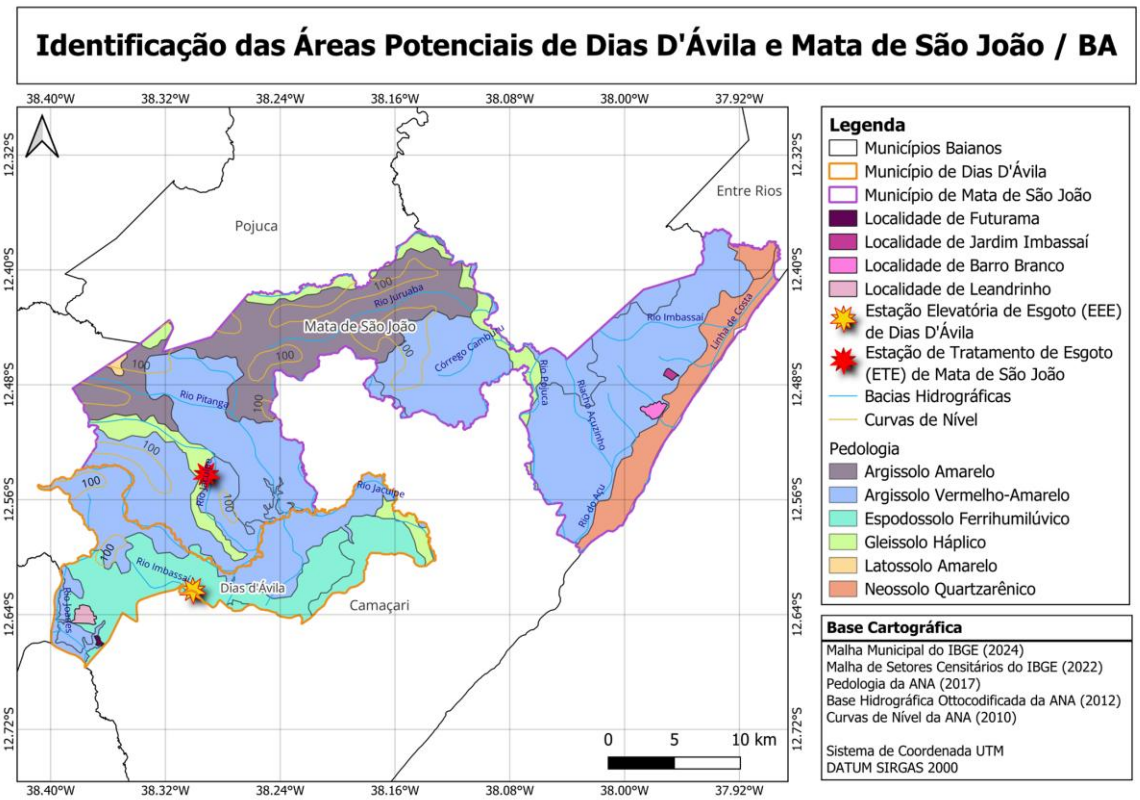
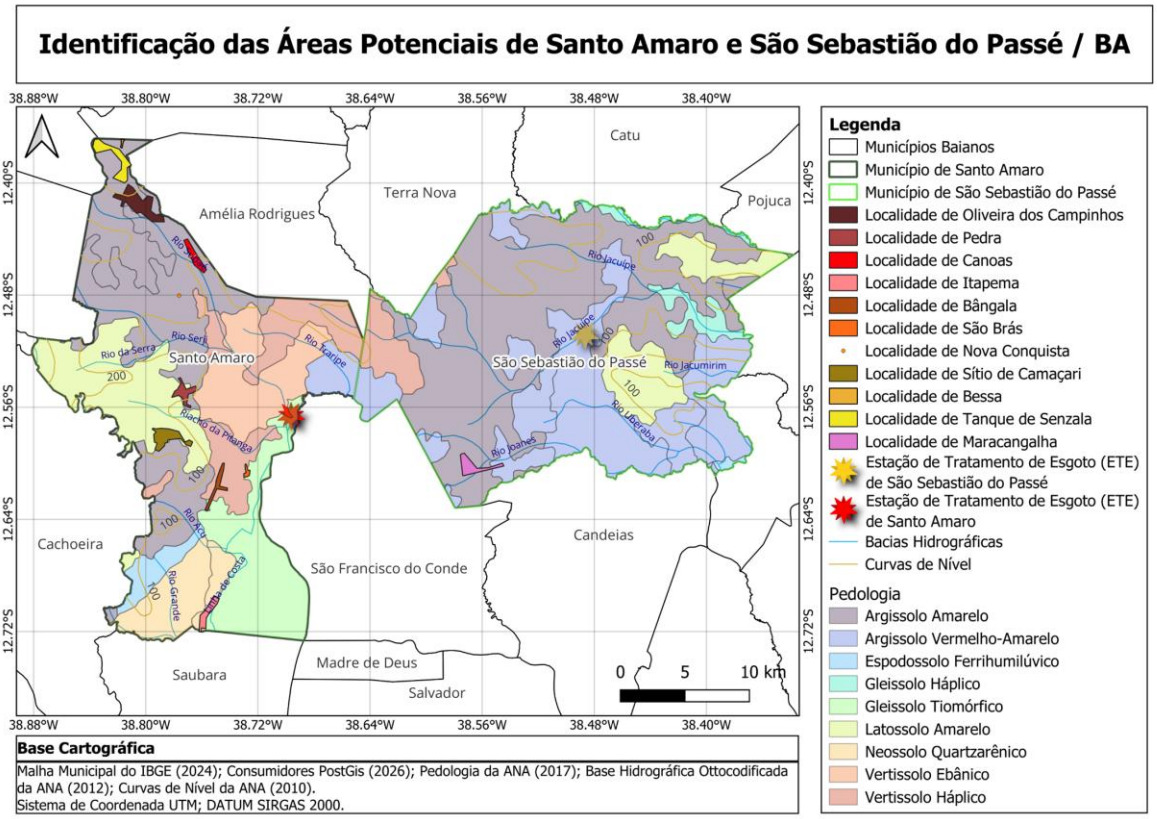


Figura 5. Dias D'Ávila, Mata de São João - RMS



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6. Santo Amaro e São Sebastião do Passé - RMS



Fonte: Elaboração própria.

4.5 Estruturação do modelo de Prestação dos Serviços de Esgotamento Sanitário por Soluções Alternativas

Como resultado do processo de estruturação do programa, foi desenvolvido um modelo integrado de prestação dos serviços de esgotamento sanitário por soluções alternativas, contemplando todas as etapas necessárias para garantir a adequada operação dos sistemas e a gestão dos resíduos gerados.

O modelo proposto é composto por seguintes grupos de serviços: (i) comunicação social e mobilização comunitária; (ii) cadastro e diagnóstico técnico; (iii) adequação, substituição ou implantação de sistemas unifamiliares de esgotamento sanitário; (iv) esgotamento programado e emergencial das unidades; (v) transporte dos resíduos gerados; (vi) destinação e tratamento em SES (vii) rastreabilidade e gestão operacional dos serviços (Figura 7).

As ações de comunicação social e mobilização comunitária terão como objetivo promover o engajamento dos usuários, apoiar as atividades de campo e disseminar orientações relacionadas ao correto uso dos sistemas. Em seguida, serão realizados o cadastro e as inspeções técnicas domiciliares necessárias para o diagnóstico das condições sanitárias existentes.

A partir dos resultados das inspeções, poderão ser executadas intervenções de adequação, substituição ou implantação de sistemas unifamiliares de esgotamento sanitário, conforme as condições identificadas em cada imóvel. Os sistemas adequados ou implantados passarão a integrar uma rotina de operação assistida e acompanhamento técnico periódico.

O modelo também prevê a realização de serviços de esgotamento programado das unidades, além do atendimento a situações emergenciais. O lodo removido será transportado por caminhões apropriados e encaminhados para tratamento e disposição ambientalmente adequada em sistemas de esgotamento sanitário operados pela Embasa.

Todas as atividades executadas serão registradas em sistema institucional de rastreabilidade, permitindo o acompanhamento das intervenções realizadas, controle operacional dos serviços e geração de informações para suporte à gestão do programa.

Figura 7. Modelo de prestação dos serviços de esgotamento sanitário por soluções alternativas



Fonte Elaboração própria utilizado ChatGPT plus

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Universalização dos Serviços de Esgotamento Sanitário em Áreas de Baixa Densidade Populacional

A universalização dos serviços de esgotamento sanitário em áreas de baixa densidade populacional permanece como um dos principais desafios para o setor de saneamento básico brasileiro. Embora a expansão dos sistemas convencionais tenha contribuído significativamente para o aumento da cobertura sanitária nas áreas urbanas mais adensadas, sua aplicação em localidades dispersas frequentemente apresenta limitações associadas aos elevados custos de implantação, operação e manutenção da infraestrutura necessária.

As análises realizadas neste estudo apontam que esse cenário está presente em grande parte da área de atuação da Embasa, especialmente em localidades caracterizadas pela dispersão domiciliar, reduzida densidade populacional e ausência de perspectivas de atendimento por sistemas convencionais em curto e médio prazo. Situação semelhante foi observada nas experiências nacionais e internacionais analisadas, nas quais as soluções alternativas vêm sendo utilizadas como estratégia complementar para ampliação da cobertura dos serviços.

A evolução do arcabouço regulatório brasileiro acompanha essa tendência ao reconhecer as soluções alternativas como instrumentos legítimos para promoção da universalização. Assim, a adoção de diferentes estratégias de atendimento deixa de representar uma exceção e passa a constituir um elemento necessário para compatibilizar as metas de universalização com a diversidade territorial existente no país.

Os critérios de elegibilidade propostos neste trabalho reforçam essa perspectiva ao priorizar áreas sem cobertura por sistemas convencionais, sem previsão de obras estruturantes e com características territoriais compatíveis com a aplicação de soluções descentralizadas. Dessa forma, a metodologia desenvolvida busca direcionar os investimentos para localidades onde os ganhos sociais, ambientais e operacionais tendem a ser mais significativos e duradouros.

A metodologia proposta parte do princípio de que diferentes realidades territoriais demandam diferentes estratégias de atendimento. Nesse sentido, as soluções alternativas não são apresentadas como substitutas dos sistemas convencionais, mas como instrumentos complementares para ampliação da cobertura dos serviços em áreas onde a expansão das redes coletoras apresenta limitações técnicas, econômicas ou operacionais. A combinação entre critérios de elegibilidade, estudos geoambientais e estruturação dos serviços operacionais permitiu construir uma proposta alinhada às diretrizes regulatórias vigentes e às características observadas na área de atuação da Embasa

5.2 A Prestação do Serviço como Elemento Central das Soluções Alternativas

Um dos principais aspectos observados durante o benchmarking nacional e internacional foi que o sucesso das iniciativas voltadas ao saneamento descentralizado está menos associado à tecnologia adotada e mais à capacidade de estruturar mecanismos permanentes de gestão, operação e acompanhamento dos sistemas implantados.

As experiências analisadas revelaram que a simples instalação de sistemas individuais não garante, por si só, a efetividade dos serviços ao longo do tempo. Países como França, Estados Unidos e África do Sul possuem instrumentos de inspeção, monitoramento e manutenção que permitem acompanhar o desempenho das unidades e assegurar condições adequadas de operação. Da mesma forma, iniciativas nacionais como o SoluTrat, o Esgotamento Sobre Rodas e o SaneiaBlu incorporam rotinas de limpeza programada, transporte dos resíduos gerados e destinação ambientalmente adequada como parte integrante da prestação dos serviços.

Essa mudança de abordagem representa uma evolução em relação aos modelos tradicionalmente adotados para sistemas individuais de esgotamento sanitário, nos quais a responsabilidade pela operação e manutenção permanece integralmente sob responsabilidade do usuário. Na prática, a ausência de acompanhamento técnico contínuo frequentemente resulta em falhas operacionais, perda de eficiência dos sistemas e descarte inadequado dos resíduos acumulados.

A proposta desenvolvida para a Embasa busca enfrentar esse desafio ao estruturar um modelo de prestação de serviços que incorpora toda a cadeia operacional associada às soluções alternativas. Nesse modelo, atividades como mobilização social, inspeção técnica domiciliar, adequação dos sistemas existentes, esgotamento periódico, transporte dos resíduos e rastreabilidade operacional passam a integrar uma única estratégia de atendimento.

Outro aspecto relevante é a integração da gestão dos resíduos gerados pelos sistemas individuais à infraestrutura de esgotamento sanitário já existente. Essa abordagem permite que o lodo removido durante os serviços de esgotamento seja encaminhado para tratamento e destinação adequada em sistemas operados pela própria companhia, promovendo maior controle ambiental e reduzindo os riscos associados ao descarte inadequado desses materiais.

Sob essa perspectiva, a principal contribuição da metodologia proposta não está associada exclusivamente à seleção de uma determinada tecnologia de tratamento, mas à estruturação de um modelo de prestação continuada dos serviços. Essa abordagem amplia as possibilidades de sustentabilidade operacional das soluções implantadas e aproxima as soluções alternativas dos princípios tradicionalmente aplicados aos serviços públicos de saneamento, nos quais a continuidade, a regularidade e o controle operacional constituem elementos essenciais para garantia da qualidade do atendimento.

A convergência entre as experiências analisadas e a proposta desenvolvida para a Bahia reforça que a universalização em áreas de baixa densidade populacional depende não apenas da disponibilidade de tecnologias adequadas, mas da capacidade de organizar e manter serviços permanentes de gestão e operação. Assim, as soluções alternativas deixam de ser compreendidas apenas como sistemas físicos de tratamento e passam a ser tratadas como parte integrante da prestação dos serviços públicos de esgotamento sanitário.

5.3 Potencial de Replicabilidade da Metodologia e Contribuições para a Universalização

Os resultados obtidos ao longo da estruturação do programa indicam que a metodologia proposta apresenta potencial de aplicação em diferentes contextos caracterizados na ausência de perspectivas de atendimento por sistemas convencionais de esgotamento sanitário. Embora tenha sido desenvolvida a partir das características observadas na área de atuação da Embasa, os critérios adotados possuem caráter abrangente e podem ser adaptados para outras regiões que enfrentem desafios semelhantes.

A utilização de uma matriz de elegibilidade baseada em critérios territoriais, regulatórios, geoambientais e operacionais permite estabelecer um processo estruturado para identificação das áreas prioritárias, reduzindo a subjetividade na seleção das localidades e contribuindo para maior eficiência na alocação dos investimentos. Essa abordagem também favorece a integração entre planejamento, regulação e operação dos serviços, aspecto frequentemente apontado como um dos desafios para expansão do saneamento em áreas dispersas.

Outro aspecto relevante refere-se à incorporação dos estudos geoambientais como instrumento de apoio à definição das soluções tecnológicas. A compatibilização entre as características físicas do território e os arranjos tecnológicos propostos contribui para aumentar a segurança técnica das intervenções, quando necessárias, e reduzir riscos associados à implantação de sistemas inadequados às condições locais.

A metodologia também se diferencia por integrar, em uma mesma estrutura de planejamento, a seleção das áreas elegíveis, a definição das soluções tecnológicas e a organização dos serviços operacionais necessários para manutenção dos sistemas ao longo do tempo. Essa integração permite que a universalização seja tratada não apenas como uma meta de implantação de infraestrutura, mas como um processo contínuo de prestação dos serviços de esgotamento sanitário.

No âmbito regulatório, a proposta encontra alinhamento com as diretrizes estabelecidas pelo Marco Legal do Saneamento Básico e com os normativos mais recentes da ANA e da Agersa, que reconhecem a importância das soluções alternativas para ampliação da cobertura dos serviços em áreas onde os modelos convencionais apresentam limitações técnicas ou econômicas.

A partir dessas premissas, a experiência desenvolvida pela Embasa contribui para ampliar a discussão sobre estratégias de universalização aplicáveis a municípios e localidades de baixa densidade populacional, oferecendo uma abordagem que combina planejamento territorial, adequação tecnológica e estruturação dos serviços operacionais. Mais do que uma alternativa à expansão das redes convencionais, a metodologia proposta representa um instrumento complementar para promoção do acesso ao saneamento em áreas historicamente menos favorecidas pelas estratégias tradicionais de atendimento.

6. CONCLUSÃO

A metodologia desenvolvida demonstrou que a ampliação da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário em áreas de baixa densidade populacional e sem perspectiva de atendimento por sistemas convencionais demanda uma abordagem integrada, que considere não apenas a definição da tecnologia de tratamento, mas também os aspectos regulatórios, territoriais, ambientais e operacionais associados à prestação contínua dos serviços.

A integração entre benchmarking nacional e internacional, análise do arcabouço legal e regulatório, diagnóstico territorial, definição de critérios de elegibilidade, avaliação geoambiental e estruturação dos arranjos tecnológicos possibilitou consolidar uma metodologia capaz de orientar, de forma sistemática, a seleção de áreas prioritárias e a implantação de soluções alternativas compatíveis com as características locais.

Como principal contribuição, o trabalho estruturou um modelo de prestação dos serviços que incorpora todas as etapas necessárias para garantir a sustentabilidade operacional dos sistemas implantados, contemplando ações de mobilização social, cadastro e inspeção técnica, adequação ou implantação dos sistemas, operação assistida, esgotamento periódico, transporte, tratamento e destinação dos resíduos, além da rastreabilidade das intervenções realizadas. Essa abordagem amplia o conceito tradicional de implantação de sistemas individuais ao incorporar a gestão continuada como elemento essencial para assegurar o desempenho, a confiabilidade operacional e a longevidade das soluções adotadas.

Além de contribuir para a expansão do acesso ao esgotamento sanitário em áreas historicamente excluídas das estratégias convencionais de atendimento, a metodologia proposta apresenta potencial de replicação por outros prestadores de serviços de saneamento que enfrentam desafios semelhantes, constituindo uma referência para a implementação de programas voltados à universalização em diferentes contextos territoriais. Nesse sentido, o trabalho reforça que a universalização do esgotamento sanitário em áreas de baixa densidade populacional depende menos da adoção de uma tecnologia específica e mais da estruturação de um modelo de prestação de serviços capaz de garantir a operação, o monitoramento e a gestão continuada das soluções implantadas.

A aplicação da metodologia em diferentes contextos territoriais representa uma oportunidade para avaliar seu desempenho operacional, ambiental e econômico, subsidiando o aperfeiçoamento contínuo dos critérios de seleção das áreas, dos arranjos tecnológicos e do modelo de prestação dos serviços.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 192, de 15 de março de 2024. Aprova a Norma de Referência para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico em áreas atendidas por soluções alternativas. Brasília, DF, 2024.

2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 230, de 19 de fevereiro de 2024. Aprova a Norma de Referência sobre metas progressivas de universalização dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Brasília, DF, 2024.

3. AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (AGERH). Programa Probacias. Vitória, 2024. Disponível em: https://agerh.es.gov.br. Acesso em: 02 mai. 2026.

4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 17076: Sistemas de tratamento de esgoto sanitário — Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2024.
5. BAHIA. Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia (AGERSA). Resolução nº 004, de 2025. Dispõe sobre diretrizes para prestação dos serviços públicos de saneamento básico e utilização de soluções alternativas no Estado da Bahia. Salvador, BA, 2025.
6. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 jan. 2007.

7. 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 União, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 17076: Sistemas de tratamento de esgoto sanitário — Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2024.

9. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólidos em solos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 ago. 2020.

10. BRK AMBIENTAL. SaneaBlu: modelo de operação de sistemas descentralizados de esgotamento sanitário. Blumenau, 2024. Disponível em: https://www.brkambiental.com.br. Acesso em: 19 mai.. 2026.

11. COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO (CORSAN). SoluTrat: solução para universalização do esgotamento sanitário em áreas de baixa densidade populacional. Porto Alegre, 2022. Disponível em: https://corsan.com.br. Acesso em: 12 mai. 2026.

12. COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO (CORSAN). Programa SoluTrat avança na coleta e tratamento de esgoto. Porto Alegre, 2022. Disponível em: https://corsan.com.br/programa-solutrat-avanca-na-coleta-e-tratamento-de-esgoto. Acesso em: 14 mai. 2026.

13. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Esgotamento Sobre Rodas. Florianópolis, 2024. Disponível em: https://www.casan.com.br. Acesso em: 14 mai. 2026.

14. ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY VICTORIA (EPA VICTORIA). Code of Practice – Onsite Wastewater Management. Melbourne, 2024. Disponível em: https://www.epa.vic.gov.au. Acesso em: 15 mai. 2026.

15. ESPÍRITO SANTO. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). Programa Probacias: Soluções Individuais de Esgotamento Sanitário. Vitória, 2024. Disponível em: https://iema.es.gov.br. Acesso em: 12 mai. 2026.

16. FRANCE. Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC). L'Assainissement Non Collectif en France. Paris, 2023. Disponível em: https://www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr. Acesso em: 05 mai. 2026.

17. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2022: população e densidade demográfica dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

18. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Septic Systems Overview. Washington, D.C., 2024. Disponível em: https://www.epa.gov/septic. Acesso em: 05 mai. 2026.

19. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). How Your Septic System Works. Washington, D.C., 2024. Disponível em: https://www.epa.gov/septic/how-your-septic-system-works. Acesso em: 05 mai 2026.

20. SOUTH AFRICA. Department of Water and Sanitation. National Faecal Sludge Management Strategy. Pretoria, 2023. Disponível em: https://www.dws.gov.za. Acesso em: 09 mai. 2026.