



Soluções  
Inclusivas  
Sustentáveis

[www.sis.org.br](http://www.sis.org.br)

## Contribuições para a Taxonomia Sustentável Brasileira

### CNAE E: Água e esgoto

## Sumário

1o. ponto – <b>Exclusões</b> (questão 11.2) .....	2
2o. ponto – <b>Inclusões:</b> .....	2
<b>I – Sistemas alternativos de abastecimento de água</b> .....	2
Sistemas alternativos de captação de água bruta .....	3
Sistemas alternativos de tratamento da água .....	4
<b>II – Sistemas alternativos de esgotamento sanitário</b> .....	7
Sistemas alternativos de tratamento do esgoto .....	8
Sistemas alternativos para disposição final do efluente .....	11
<b>III - Seção E5: Digestão anaeróbica de lodo e esgoto – sugestões de inclusões</b> .....	12
• Integração de tecnologias avançadas de digestão anaeróbica .....	12
• Tecnologia Híbrida para Produção de Biometano e Cogeração de Energia .....	13
3º. ponto: <b>Requisitos elencados no item “Não prejudicar significativamente outros objetivos ambientais”</b> .....	13
<b>I - Abastecimento de água</b> .....	13
<b>II - Esgotamento sanitário</b> .....	14
4º. ponto – <b>Níveis de contribuição à sustentabilidade</b> .....	14
<b>Referências</b> .....	14
<b>Parâmetros quantitativos</b> .....	16

### 1o. ponto – **Exclusões** (questão 11.2):

Não foi encontrado nenhum ponto cuja exclusão se sugere.

### 2o. ponto – **Inclusões**:

#### **I – Sistemas alternativos de abastecimento de água**

O Brasil, com seu extenso território e grande diversidade geográfica, apresenta uma distribuição populacional concentrada em grandes centros urbanos, mas ainda há muitas comunidades em áreas remotas e afastadas desses centros. Em relação ao termo “comunidades isoladas”, refere-se a periferias urbanas áreas periurbanas/ rururbanas, rurais ou litorâneas e podem, inclusive, estar muito próximas ou ser contíguas às regiões atendidas pelos serviços municipais de saneamento e, mesmo assim, estarem desconectadas destes. Da mesma forma, podem estar localizadas em territórios especiais, como unidades de conservação, terras indígenas, territórios quilombolas e outros de populações tradicionais (TONETTI *et al*, 2018). Essa realidade exige a consideração de sistemas alternativos de abastecimento de água, especialmente em regiões onde a construção de redes tradicionais, como tubulações, torna-se topográfica (como favelas em morros) ou economicamente inviável devido às grandes distâncias e custos envolvidos na extensão da rede pública para uma baixa demanda do ponto de vista quantitativo. Os tomadores de crédito (como a modalidade financeira mais básica de captação de recursos) para viabilizar a modelagem financeira das operações tanto podem ser Municípios quanto associações de moradores (o Brasil possui mais de 4 mil associações de moradores registradas), além das próprias concessionárias, visando ampliar a prestação de serviços.

Ressalta-se a importância de considerar essas soluções como parte de estratégias de **adaptação**, considerando-se que a escassez hídrica é o principal risco climático físico (ou consequência mais intensa das mudanças climáticas). Além disso, considerando-se a importância do saneamento básico para o direito à saúde, e que a indisponibilidade afeta justamente as regiões mais precárias do país (o acesso ao tratamento de água e esgoto nas regiões Norte e Nordeste tem uma proporção de aproximadamente a metade das regiões Sul e Sudeste, por exemplo) e também as camadas sociais mais desfavorecidas, as soluções alternativas de esgotamento sanitário contribuem com os **objetivos sociais da Taxonomia, voltados à redução de desigualdades**.

O próprio Manual de Saneamento do Ministério da Saúde descreve algumas soluções alternativas que são viáveis e sustentáveis, aos quais acrescentamos abaixo tecnologias disruptivas, que são chave para universalizar o acesso a água tratada para toda a população brasileira. Apresentamos primeiro as soluções relativas à captação de água, e depois aquelas relativas ao tratamento.

### Sistemas alternativos de captação de água bruta:

- Coleta de águas pluviais por superfície

A captação e o reaproveitamento de águas pluviais representam uma solução eficiente e sustentável para o abastecimento de água destinada a usos não potáveis. Esse sistema coleta a água da chuva em coberturas e telhados, permitindo sua utilização em atividades como lavagem de pisos, descargas sanitárias e irrigação de jardins. Diante das mudanças climáticas e do aumento da frequência de períodos de estiagem, essa alternativa se torna uma medida importante de **adaptação** climática, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos. Ao direcionar a água pluvial para usos gerais, reduz-se a demanda por água potável, promovendo o uso mais racional e sustentável desse recurso vital.

- Nascentes de encostas por caixa de tomada

O sistema de captação por nascentes de encostas por caixa de tomada é uma técnica de captação e armazenamento de água proveniente de nascentes ou infiltrações localizadas em encostas. É uma boa alternativa em áreas rurais ou em regiões onde o acesso a fontes de água tratada é limitado e que não são alcançadas pela infraestrutura urbana de distribuição de água.

- Fundos de vale por galerias filtrantes

O aproveitamento de fonte de fundo de vale é um método de captação de água que utiliza sistemas de drenagem subsuperficial para coletar a água proveniente de áreas de baixa altitude, como vales. Essa técnica é particularmente eficaz em regiões onde há infiltração natural de água no solo e o lençol freático é raso, mas não são alcançadas pelo sistema de distribuição de água convencional.

- Cisterna com captação de água fluvial

É um sistema descentralizado e alternativo de suprimento, com a vantagem da conservação dos recursos hídricos e baixo custo de implantação; a água coletada na cobertura ou telhado da casa é conduzida por calhas e tubulação adequada até um reservatório (pré-moldado de cimento, plástico, fibra de vidro, etc); um dispositivo de descarte separa os resíduos da primeira água coletada (fuligem, folhas, galhos, etc.); o sistema permite acumular água nos períodos chuvosos para uso posterior.

- Poço tubular profundo com captação do lençol artesiano

Os poços tubulares profundos são sistemas de captação de água subterrânea que retiram água de aquíferos profundos, como o artesiano ou confinado, situados abaixo do lençol freático. Esses aquíferos estão localizados entre camadas impermeáveis de rocha ou solo, que criam pressão superior à atmosférica, resultando em características específicas de comportamento da água no poço. Poços artesianos são comuns em regiões rurais e distantes de centros urbanos, sendo uma boa alternativa para o acesso a água potável.

- Poço escavado ou perfurado com captação do lençol freático

Poços rasos ou freáticos são uma solução prática e acessível para o aproveitamento do lençol freático, ideal para o abastecimento tanto individual quanto coletivo.

- Poços tubulares com bomba submersa, com painéis fotovoltaicos

São poços simples, com a proteção adequada para evitar contaminação pelo terreno adjacente; os painéis fotovoltaicos fornecem a energia à bomba para a retirada da água e atendimento a populações locais em que a energia seria um empecilho ao abastecimento.

- Águas superficiais (rios, lagos e açudes) por tomada direta fixa ou móvel

A captação de águas superficiais por tomada direta refere-se à retirada de água de rios, lagos, açudes ou outros corpos hídricos superficiais sem o uso de estruturas intermediárias, como tanques de armazenamento ou sistemas de tratamento. Se for direcionado ao consumo humano, é importante a adoção de opções “caseiras” de tratamento como fervura para possível desinfecção. Em localidades isoladas, muitas vezes a única fonte de água é a superficial, podendo ser uma importante alternativa de adaptação à escassez hídrica.

- Captação de água através da umidade do ar

Uma inovação tecnológica que pode levar água até regiões remotas é a extração de água do ar. Essa solução, ainda em fase de desenvolvimento e não comercializada, surge como uma alternativa viável para **adaptação** climática e enfrentamento de estiagens. Protótipos como o WaterSeer (Bora et al., 2018) estão sendo projetados para captar água da atmosfera de forma simples e eficiente. Esse dispositivo utiliza o princípio da condensação para produzir água potável, sem depender de fontes de energia não renováveis, emissões de gases de efeito estufa ou causar impactos ambientais significativos. Além disso, a energia solar, uma fonte geralmente abundante em regiões áridas, pode ser utilizada para alimentar essa tecnologia. Já existe [pesquisa](#) nessa área, apesar de estarem em estágios iniciais.

- Dessalinização da água

Outro método que merece atenção é a dessalinização da água, em combinação com energia solar. Pesquisas realizadas no Brasil, conforme apontado por Campos *et al* (2019), vêm explorando a eficiência dessa abordagem sob diversas técnicas. Diversos métodos já foram identificados, como descrito por Campos *et al*, sendo os destiladores solares diretos uma opção particularmente viável para produções inferiores a 200 m<sup>3</sup>/dia, em áreas isoladas para volumes reduzidos, tornando-se uma alternativa promissora para locais com infraestrutura limitada.

#### Sistemas alternativos de tratamento da água:

Diferentes técnicas de tratamento de água bruta são aplicadas no Brasil, principalmente em sistemas já operantes. A escolha da técnica mais adequada depende das características locais,

incluindo densidade populacional e infraestrutura disponível. Em áreas remotas com menor densidade populacional, métodos mais simples e economicamente viáveis podem ser mais indicados, desde que mantenham a eficiência. Por outro lado, em regiões mais urbanizadas, as técnicas tradicionais podem demandar modernização, seja devido à necessidade de substituição de sistemas antigos ou à degradação contínua da qualidade dos mananciais, que deveriam ser prioritariamente preservados. Dessa forma, defende-se que diferentes técnicas de tratamento devem ser implementadas conforme a necessidade específica de cada contexto, promovendo a **adaptação** climática ao se considerar as mudanças no regime hídrico e a maior pressão sobre os recursos hídricos. Além disso, essas técnicas podem atuar como medida de **mitigação**, ao reduzir os impactos ambientais associados à poluição e assegurar a disponibilidade de água potável.

- Estações compactas de tratamento de água

São unidades pré-fabricadas, com todas as etapas necessárias ao tratamento da água; têm a vantagem da instalação em prazo reduzido, podendo ser montadas em contêineres ou pequenas construções nas localidades a abastecer.

- Tratamento sem coagulante: Filtração lenta, Filtração em múltiplas etapas

Essa tecnologia envolve o processo de passagem da água a ser tratada através de um meio filtrante poroso, geralmente composto por areia fina. Nesse processo, o material em suspensão é retido, principalmente na superfície da areia, por meio de mecanismos como transporte, adesão e atividades biológicas. As baixas velocidades de filtração permitem que a água flua lentamente através da camada de sujeira formada pela retenção e decantação de partículas, localizada na parte superior do meio filtrante. Trata-se de uma tecnologia de baixo custo que, apesar de estar sendo gradualmente substituída devido ao desconhecimento sobre seu funcionamento e à percepção de baixa eficiência no tratamento, ainda apresenta relevância.

Souza et al (2018) desenvolveram uma [pesquisa](#) com trabalho de campo indicando que essa técnica continua sendo amplamente utilizada no interior de Santa Catarina, com a argumentação de que o processo é eficaz, desde que os mananciais sejam preservados. Ou seja, a deterioração na qualidade da água tratada não está diretamente ligada ao processo de filtração, mas sim à piora da qualidade da água bruta. Nesse contexto, a proteção dos mananciais torna-se não apenas necessária, mas também mais viável como uma medida de **adaptação**. Isso, juntamente com a maior proteção ao meio ambiente e a preservação dos recursos naturais, ajuda a evitar investimentos e gastos públicos relacionados à substituição da infraestrutura já estabelecida — o que implicaria em custos com materiais, maquinários, entre outros. Essa abordagem pode ser considerada uma estratégia de **mitigação**, ao reduzir a necessidade de intervenções onerosas e promover a sustentabilidade a longo prazo.

Além do tratamento mencionado, existem outras formas alternativas e complementares de tratamento de água que podem ser utilizadas dependendo das características da água e dos objetivos desejados. Essas alternativas podem ser incorporadas em sistemas já existentes ou usadas como soluções independentes, entre elas:

- Tratamento com coagulante

Essa técnica é amplamente utilizada nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) atualmente, sendo uma das mais eficazes para a remoção de impurezas e a clarificação da água. Apesar de sua predominância, o tipo de coagulante empregado pode variar, dependendo das características da água bruta e das condições locais.

- Nanotecnologia

Além dos métodos tradicionais, é fundamental considerar inovações emergentes no setor, como o tratamento de água por meio de filtros de nanotecnologia. Essa tecnologia, embora recente, já está sendo utilizada para mitigar a escassez de água em comunidades brasileiras afetadas por estiagens, especialmente na região amazônica (<https://saudeealegria.org.br/redemocoronga/ministerio-da-saude-reconhece-filtros-de-nanotecnologia-como-eficazes-na-purificacao-de-agua/>). Nesse contexto, os filtros de nanotecnologia representam uma medida adaptativa crucial, fornecendo água potável durante períodos de seca extrema, como os que o Brasil tem enfrentado recentemente. São soluções compactas, fáceis de transportar, o que reforça o potencial para resposta de outros eventos extremos que comprometam o acesso à água. A alternativa pode ser considerada em outros eventos extremos que comprometam o acesso à água potável para as populações afetadas.

- Biotecnologia

A biotecnologia é outra solução importante para o tratamento, principalmente de água residuais. Essa solução oferece soluções eficazes para tratar águas residuais, utilizando microrganismos geneticamente modificados que degradam contaminantes específicos. Um exemplo é o uso da biotecnologia pela [SuperBac](#) para ajudar uma empresa a reduzir custos com descarte de lodo. A solução diminuiu significativamente os resíduos, alcançando o resultado desejado e gerando economia (<https://rmai.com.br/2022/08/30/uso-da-biotecnologia-no-tratamento-de-efluentes-industriais/>). Essa solução é uma importante alternativa de **adaptação**, pois reduz o volume de resíduos, e uma medida de **mitigação**, ao diminuir a necessidade de transporte de águas residuais. Isso resulta em menor emissão de gases de efeito estufa e demanda por infraestrutura.

- Eletrocoagulação e Eletrodeionização

Essa é uma tecnologia nova, amigável ao meio ambiente na medida em que não tem impacto ambiental, sendo uma alternativa econômica para tratamento e recuperação de água. A tecnologia é um conhecido processo de tratamento de águas residuais que consiste na aplicação de corrente elétrica para remover contaminantes sem a necessidade de adição de produtos químicos que podem gerar poluentes secundários (GRECCO, SOUZA & ZANONI, 2022). Nesse sentido, uma ótima alternativa de **adaptação** e **mitigação**, já que não gera resíduos ao meio ambiente.

- Membranas de Grafeno na Osmose Reversa

Essa tecnologia, já estudada há algum tempo, pode ser a solução para ampliar a disponibilidade de água em situações de crise hídrica. Como a maior parte da água no mundo é salgada, tecnologias que aumentem o acesso à água potável são medidas promissoras de adaptação. De acordo com Bertonecello, Modaeli & Batista (2021), a tecnologia com grafeno pode atingir um custo de apenas 0,30 dólares por 1.000 galões, oferecendo uma oportunidade concreta de desenvolvimento para regiões do semiárido brasileiro.

- Desinfecção Avançada com Ozônio e UV

Outras tecnologias para auxiliar e melhorar o sistema de armazenagem de água incluem a instalação de mecanismos adicionais de tratamento, como a desinfecção com ozônio e luz ultravioleta (UV). Essas tecnologias são capazes de eliminar microrganismos patogênicos, reduzindo o risco de doenças e diminuindo os custos de manutenção dos sistemas de abastecimento. Além disso, são medidas eficazes e sustentáveis de adaptação em cenários de crise hídrica, pois garantem maior eficiência no reaproveitamento da água, promovem a segurança hídrica (<https://www.snatural.com.br/filtracao-agua-potavel-reuso-desinfeccao/?srsltid=AfmBOoqxDUdpP-kNZLMk6W9andJrHRpCDvE-b1BsvND2jsudlBo7cc-U>).

## II – Sistemas alternativos de esgotamento sanitário

Assim como no caso do abastecimento de água, o acesso ao esgotamento sanitário é um direito fundamental, exigindo-se que todas as famílias tenham, no mínimo, um banheiro com lavabo e sistema de esgotamento sanitário adequado dentro do domicílio e com tratamento e descarte correto dos efluentes. No entanto, em regiões isoladas e distantes dos grandes centros urbanos ou em comunidades urbanas com topografia inadequada, como favelas, levar a rede pública de esgoto até esses locais nem sempre é viável, seja pela condição topográfica, seja pelos altos custos de construção e manutenção.

Nesse contexto, sistemas alternativos aos convencionais são, muitas vezes, a solução mais viável para a universalização do serviço, se não a única. Entre essas alternativas, há soluções individuais e coletivas. As soluções individuais atendem a apenas um imóvel, enquanto as coletivas abrangem o esgotamento de mais de um imóvel. Entretanto, quanto maior for o sistema, maior será a concentração de gases, lodos e efluentes líquidos (FUNASA, 2018). Ressalta-se, assim, a importância de considerar essas soluções como parte de estratégias de **adaptação às mudanças climáticas**, ao reduzir a poluição hídrica associada à ausência de saneamento adequado, considerando-se que a escassez hídrica é o principal risco climático físico (ou consequência mais intensa das mudanças climáticas). Além disso, considerando-se a importância do saneamento básico para o direito à saúde, e que a indisponibilidade afeta justamente as regiões mais precárias do país (o acesso ao tratamento de água e esgoto nas regiões Norte e Nordeste tem uma proporção de aproximadamente a metade das regiões Sul e Sudeste, por exemplo) e também as camadas sociais mais desfavorecidas, as soluções alternativas de

esgotamento sanitário contribuem com os **objetivos sociais da Taxonomia, voltados à redução de desigualdades**.

Para tanto, destacam-se sistemas alternativos de esgotamento sanitário que devem ser incluídos na Taxonomia, começando pelo tratamento do esgoto e depois passando à destinação final dos efluentes. A escolha da solução alternativa ideal passa por muitos fatores, entre eles, o custo, os hábitos das comunidades, topografia, e até mesmo, infraestrutura preexistente. TONETTI *et al* (2018) elaboraram um fluxograma para escolha da alternativa mais adequada, O primeiro critério a ser analisado é a necessidade de uso de água na descarga.

Outro aspecto relevante a ser destacado para a adaptação é considerar alternativas adaptadas a áreas alagáveis e resilientes a episódios de inundações e enchentes. PEDRO *et al.* (2020), levantaram mais de 21 soluções para o esgotamento sanitário em áreas alagáveis, partindo do mesmo critério da necessidade de uso de água na descarga. Em geral, estas soluções consistem em adaptações das tecnologias listadas a seguir.

#### Sistemas alternativos de tratamento do esgoto:

##### 1. Soluções sem uso de água na descarga

- Fossa seca: A fossa seca é uma solução simples para o saneamento, consistindo em um buraco escavado no solo, sobre o qual se constrói um piso e uma casinha. Essa estrutura não apenas protege a fossa, mas também proporciona mais conforto ao usuário. O buraco onde são depositados os dejetos pode ser revestido ou não, sendo o concreto e a alvenaria algumas das opções disponíveis. É essencial ter cuidado com sua localização, evitando áreas próximas a rios, lençóis freáticos e outras fontes de água.
- Banheiro seco compostável ou fossa de fermentação: uma alternativa para locais com escassez hídrica em que se tratam apenas os dejetos sólidos. Consiste no confinamento das fezes em uma câmara impermeabilizada localizada abaixo do acento de evacuação. Além das fezes, adiciona-se serragem a cada uso do banheiro, proporcionando condições para a compostagem do material armazenado. O resultado desse processo é um material rico em nutrientes que pode ser utilizado no cultivo de várias plantas.
- Estocagem e uso de urina: técnica que coleta e utiliza a urina como fertilizante natural, contribuindo assim com o uso econômico da água e a ciclagem de nutrientes. Para isso, deve-se separar urina e fezes no momento de sua produção, deixando a urina armazenada por tempo suficiente para o seu uso seguro em práticas agrícolas.

##### 2. Soluções com uso de água na descarga:

Quando a descarga utiliza água, mas o esgoto do vaso sanitário é separado do restante da casa, o tratamento pode ser dividido em duas categorias: o tratamento das águas do vaso sanitário e o tratamento das águas cinzas (águas residuais provenientes de pias, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar e outros usos domésticos que não envolvem esgoto sanitário).

### *2.1 Tratamento de águas de vaso sanitário*

- Fossa verde (também conhecido como tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa bioesséptica, biorremediação vegetal, fossa de bananeira ou canteiro bioesséptico): É uma alternativa ecológica e de baixo custo para o tratamento de efluente domiciliar, no qual as águas e os nutrientes do esgoto são reaproveitados para o cultivo de plantas; tem a forma de uma vala de alvenaria impermeabilizada, com estrutura interna em forma de câmara; o esgoto é direcionado para dentro da câmara e escoado por materiais porosos que servem como filtro (entulho, casca de coco, etc.), em que são cultivadas as plantas; a digestão anaeróbia consome a matéria orgânica proveniente do dejetos domiciliar, em conjunto com a ação de micro-organismos aeróbios na zona de raízes das plantas (FAGUNDES e SCHERER, 2009).
- Fossa séptica biodigestora: a fossa séptica biodigestora (FSB) é uma tecnologia desenvolvida em 2001 pela Embrapa Instrumentação (São Carlos/SP) para tratar a água do vaso sanitário. O sistema é composto por três caixas d'água interligadas, onde a matéria orgânica do esgoto é degradada e transformada em biofertilizante, que pode ser utilizado em algumas culturas. Projetado para atender residências com até cinco pessoas, o sistema pode ser adaptado para acomodar um número maior de moradores.

### *2.2 Tratamento de águas cinzas*

- Círculo de bananeiras: Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação. Ao redor são plantadas bananeiras e/ou outras plantas que apreciem o solo úmido e rico em nutrientes.

### *2.3 Tratamento conjunto das águas cinzas e do vaso sanitário – outras tecnologias de tratamento de esgoto doméstico*

- RAFA compacto (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente): consiste em um sistema em que o esgoto entra pela parte de baixo do reator, percorrendo internamente a unidade até a saída no topo. Esse fluxo ascendente faz com que o reator sempre esteja cheio de esgoto. Em seu interior há a formação de uma “manta de lodo” constituída por micro-organismos soltos ou em pequenos grupos. Esse lodo decompõe a matéria orgânica sem a presença de oxigênio (degradação anaeróbia). No topo do reator, são colocados defletores (placas) que separam o líquido dos materiais sólidos e do biogás formado naturalmente pelo processo.
- Tanque séptico: o sistema é formado por uma câmara que armazena o esgoto por um determinado período, proporcionando a sedimentação de material sólido e a flutuação de óleos e gorduras. Esses sólidos retidos no fundo formam o lodo do tanque séptico, que aloja os micro-organismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica do esgoto. Necessário tratamento complementar.
- Biodigestor: é formado por uma câmara fechada onde acontece a digestão anaeróbia da matéria orgânica (na ausência de oxigênio) e por um gasômetro que armazena o biogás produzido. O biogás pode ser aproveitado como gás de cozinha, utilizando-se uma

tubulação instalada na parte superior do gasômetro. Necessário tratamento complementar.

- Reator anaeróbio compartimentado (RAC): sistema semelhante ao tanque séptico, porém com múltiplas câmaras em série, onde o esgoto flui de baixo para cima, aumentando o contato com o lodo acumulado no fundo. Nesse lodo, micro-organismos degradam a matéria orgânica e purificam o esgoto. Em alguns casos, pode ser necessário um tratamento complementar.
- Tratamento complementar do efluente: etapa adicional que melhora a qualidade do esgoto tratado no tanque séptico. Essa etapa adicional pode ser uma boa alternativa para garantir a não poluição dos ecossistemas através do esgoto. O tratamento complementar (por exemplo, filtros anaeróbios, sistemas alagados construídos, vermifiltro, filtro de areia entre outros) atua como uma barreira adicional, removendo contaminantes residuais que não foram eliminados no processo primário.

#### *2.4 Tecnologias Integradas de Tratamento e Disposição Final*

- Estações compactas de tratamento de esgoto (inclusive com reutilização do esgoto tratado para irrigação): são unidades pré-fabricadas, com todas as etapas necessárias ao tratamento do esgoto; têm a vantagem da instalação em prazo reduzido, podendo ser montadas em contêineres ou pequenas construções ou módulos integrados que englobam todas as etapas do tratamento, desde a remoção de sólidos até a desinfecção final da água, garantindo que o efluente tratado esteja dentro dos padrões ambientais. Sua principal vantagem é a otimização do uso do espaço, tornando-a uma solução viável em áreas onde a instalação de uma rede de esgoto convencional não é possível, como em regiões urbanas densas, áreas rurais ou localidades remotas.
- Redes coletoras condominiais: tecnologia alternativa desenvolvida no Brasil na década de 1980, pode ser implantada em qualquer localidade, especialmente quando os terrenos apresentam declividades acentuadas para os fundos, impedindo o escoamento da ligação predial para um coletor da rede pública convencional que estaria situado na rua frontal; podem ter menores diâmetros de tubulação, com redução da escavação necessária (item de grande peso no custo das redes); não dependem de ruas urbanizadas para implantação, coletando esgotos no interior de terrenos irregulares e de implantação inviável para a rede convencional.
- Canteiro de infiltração e evapotranspiração: canteiro artificial de solo, destinado ao tratamento e à disposição final de esgoto, onde se permite a infiltração e evapotranspiração da parte líquida do esgoto.
- Fossa séptica com sumidouro ou poço absorvente: trata-se de uma **escavação no solo** projetada para a disposição final do efluente tratado no tanque séptico. Esse sistema permite que o efluente se infiltre no solo por meio das paredes verticais da estrutura. De acordo com a norma ABNT NBR nº 13.969/1997, seu uso é recomendado apenas em áreas onde o aquífero é profundo, garantindo uma distância mínima de 1,50 metros (exceto em solos arenosos) entre o fundo do sumidouro e o nível máximo do aquífero. Esse critério visa evitar a contaminação das águas subterrâneas, tornando o sistema seguro e eficiente para locais com condições geológicas adequadas ([BRASIL](#), s/dB).

### Sistemas alternativos para disposição final do efluente:

A etapa seguinte ao tratamento do esgoto é a sua disposição final, de modo a proteger o solo e os recursos hídricos contra a contaminação, além de prevenir doenças relacionadas à poluição ou à escassez hídrica. São muitos os sistemas alternativos que podem ser utilizados e que podem ser incluídos na taxonomia para garantia de atendimento a comunidades periféricas. TONETTI *et al* (2018) destacam principalmente três categorias de disposição final: disposição final no solo, disposição final em corpos hídricos e alternativas para aproveitamento ou disposição final.

#### Disposição final no solo

- Campo de infiltração horizontal: é um processo de disposição controlada do esgoto no solo, que nos últimos anos tem sido objeto de muitas pesquisas e aplicações práticas em todo o mundo; serve ao tratamento de esgotos das fossas sépticas, quando se dispõe de terreno suficiente e de baixa permeabilidade; são canais ou compartimentos rasos escavados no solo, impermeabilizados, preenchidos com cascalho e areia, nos quais são plantadas plantas aquáticas (macrófitas); para o escoamento horizontal, implanta-se uma tubulação de distribuição contínua do esgoto, dreno e tubo de saída, com dispositivo para o controle de nível de água.
- Vala de infiltração: é um sistema que direciona o efluente do tanque séptico para o solo de forma controlada. Esse sistema é composto por um conjunto de canalizações assentadas a uma profundidade específica, em um solo com características adequadas para absorção do efluente. A estrutura inclui **caixas de distribuição, caixas de inspeção e tubos perfurados**, que são colocados sobre uma camada de pedra britada (BRASIL, s/dB).
- Vala de filtração: sistema de tratamento biológico do efluente do tanque séptico, que consiste em um conjunto ordenado de caixa de distribuição, caixas de inspeção, tubulações perfuradas superiores, para distribuir o efluente sobre leito biológico filtrante, e tubulações perfuradas inferiores, para coletar o filtrado e encaminhá-lo à disposição final. O sistema deve ser empregado quando o **tempo de infiltração do solo** não permite a adoção de outro sistema mais econômico (como a vala de infiltração) e/ou quando é necessário evitar a **poluição do lençol freático** (BRASIL, s/dB).
- Sumidouro: consiste em um poço escavado no solo, de formato cilíndrico ou prismático, que visa a depuração e disposição final do esgoto previamente tratado por outros sistemas.
- Círculo de bananeiras: consiste em uma unidade de disposição final de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário já tratados. Também é uma tecnologia de tratamento de águas cinzas.

#### Disposição final em corpos hídricos

Destaca-se que a disposição final em corpos hídricos exige que a qualidade do resíduo tratado atinja determinado padrão para não causar impacto ambiental e oferecer risco de contaminação das águas a serem utilizadas pela população. A combinação de técnicas de tratamento juntamente com etapas de tratamento complementar dos efluentes permite que os resíduos

sejam descartados com segurança. Ademais, destaca-se algumas tecnologias de disposição final em corpos hídricos.

- Galeria de águas pluviais: tubulação ampla que conduz águas de chuva e, em alguns casos, esgotos tratados, até corpos d'água <sup>1</sup>.
- Depósito em águas superficiais: utilização de rios, riachos e lagoas como locais para destinação de águas residuais tratadas.

Alternativas para o aproveitamento ou disposição final do lodo

- Equipamentos e serviços de limpeza de fossa séptica: trata-se de serviços essenciais de manutenção para garantir a eficácia do uso de fossas sépticas e, portanto, a prevenção de contaminação de cursos hídricos.
- Bomba ou Caminhão Limpa-Fossa: alternativa viável quando o tratamento local dos efluentes não é possível é o uso de caminhões para a sucção dos resíduos. Nesse processo, cerca de 10% do material é deixado na fossa para preservar as bactérias responsáveis pela digestão dos resíduos. O material coletado é transportado para locais autorizados, onde recebe a destinação correta. Embora essa solução dependa do transporte, pode ser uma opção eficaz em situações em que outras alternativas são inviáveis.
- Reuso local: o aproveitamento de efluentes tratados para usos não potáveis, como irrigação, é uma alternativa eficaz de adaptação climática, especialmente diante do aumento da escassez de água em diversas regiões do planeta. A agricultura, que já consome cerca [de 70% dos recursos hídricos no Brasil](#)<sup>2</sup>, enfrenta uma demanda crescente por irrigação devido ao aprofundamento das mudanças climáticas, tornando essa prática ainda mais relevante.

### III - Seção E5: Digestão anaeróbica de lodo e esgoto – sugestões de inclusões

Sugere-se as seguintes inclusões, baseadas em experiências já existentes de usinas de geração de eletricidade a partir do esgoto:

- Integração de tecnologias avançadas de digestão anaeróbica

A utilização de digestores anaeróbicos em sistemas mesofílicos e bifásicos oferece oportunidades de melhoria na eficiência energética e produção de biogás. Este processo pode ser otimizado pela inclusão de co-substratos, como gordura de caixas de gordura, aumentando a produção de biogás e reduzindo custos de tratamento. Segundo a [IEA](#), a integração de tecnologias avançadas promove maior resiliência climática e economia operacional no setor de saneamento. O lodo de esgoto sanitário possui alto potencial para a produção de biogás por meio de digestão anaeróbica. Segundo o [PROBIOGÁS](#), essa tecnologia é amplamente utilizada para transformar resíduos orgânicos em biometano e energia elétrica, reduzindo emissões de GEE e oferecendo uma solução sustentável para o setor de saneamento.

<sup>1</sup> <https://blog.brkambiental.com.br/galerias-pluviais-e-rede-de-esgoto/>

<sup>2</sup> <https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2022/08/23/o-uso-da-agua-na-agricultura#:~:text=Segundo%20o%20Fundo%20de%20Na%C3%A7%C3%B5es,40%25%20de%20toda%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o.>

- Tecnologia Híbrida para Produção de Biometano e Cogeração de Energia

O uso de tecnologias híbridas que combinam a produção de biometano e cogeração de energia térmica e elétrica apresenta um potencial significativo no setor de saneamento”. Conforme o [Guia Técnico de Aproveitamento Energético](#) de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto (PROBIOGÁS, 2017), a integração dessas tecnologias permite que o biometano produzido a partir do lodo de esgoto seja utilizado diretamente na secagem térmica do lodo residual, otimizando o processo de gestão de resíduos e reduzindo o consumo de combustíveis fósseis.

São benefícios da tecnologia híbrida: a) eficiência energética: a cogeração permite o aproveitamento simultâneo da energia elétrica e térmica, alcançando eficiência global superior a 80%; b) sustentabilidade ambiental: redução de emissões de GEE por meio da substituição de combustíveis fósseis e melhor controle de emissões no processo de secagem; c) valorização energética: transformação de resíduos orgânicos em energia útil, promovendo a economia circular.

Sistemas híbridos podem ser implementados em ETEs para processar o biogás gerado no digestor anaeróbico, convertendo-o em biometano para uso interno, como na secagem do lodo, e exportando o excedente para a rede de gás natural ou para frotas veiculares. Conforme descrito por PROBIOGÁS (2017), esses sistemas apresentam eficiência energética elevada e são uma solução integrada para o setor de saneamento, promovendo economia circular e redução de emissões de GEE.

### 3º. ponto: Requisitos elencados no item “Não prejudicar significativamente outros objetivos ambientais”

#### **I - Abastecimento de água**

##### Uso sustentável de recursos hídricos:

Especificamente no que se refere à captação de água bruta, a retirada de água em excesso de rios e aquíferos tem um potencial considerável para alterar os regimes de fluxo, influenciando o equilíbrio físico, químico e ecológico dos ecossistemas de água doce. Nesse sentido, **é essencial considerar o balanço hidrológico**, de modo a mensurar o impacto da extração sobre o ecossistema aquático (Booker, 2018). Booker cita exemplos de países que possuem normas sobre a captação de água bruta com o intuito de proteger o ecossistema. Além disso, sob a ótica da **mitigação**, o estresse hídrico causado pela captação excessiva de água pode impactar negativamente a capacidade dos ecossistemas aquáticos de atuarem como sumidouros de carbono, reduzindo a absorção de gases de efeito estufa. Sob a ótica da **adaptação**, a preservação dos regimes de fluxo e da biodiversidade aquática é importante para fortalecer a resiliência dos ecossistemas e das comunidades humanas aos impactos das mudanças climáticas, já que a escassez hídrica é um de seus principais efeitos.

## II - Esgotamento sanitário

Prevenção e controle da contaminação: deve haver um plano de gerenciamento adequado para descarte e tratamento das substâncias utilizadas nos sistemas sanitários e similares.

Um ponto relevante citado pela Taxonomia da África do Sul é a implementação de medidas apropriadas de prevenção para evitar e mitigar o transbordamento combinado de esgoto em caso de chuvas fortes, como soluções baseadas na natureza, sistemas separados de coleta de água da chuva, tanques de retenção e/ou tratamento da primeira descarga.

Proteção e restauração da biodiversidade e ecossistemas: destaca-se que a atividade deve evitar impactos adversos significativos sobre habitats naturais e espécies protegidas e promover a restauração de ecossistemas degradados e a proteção da biodiversidade. É necessário realizar uma avaliação de impacto ambiental, considerando os impactos diretos e indiretos das atividades, como destacado em outras taxonomias como as da União Europeia e África do Sul.

### 4º. ponto – Níveis de contribuição à sustentabilidade

Defende-se que cada atividade do sistema de saneamento (abastecimento de água ou esgotamento sanitário), alternativa ou convencional, **seja classificada em graus ou tons de verde**, de acordo com o fato de o serviço estar ou não sendo estendido a uma comunidade que não desfrutava desses serviços, conjugando-se os objetivos climáticos e de redução das desigualdades sociais, da seguinte forma:

- a) **Verde claro** – obras que melhorem a eficiência hídrica ou a eficiência do sistema de tratamento de esgoto na rede pública já existente;
- b) **Verde médio** – obras que estendam a rede pública convencional de água ou esgoto a comunidade que não tinha acesso a esses serviços;
- c) **Verde escuro** – sistemas alternativos de abastecimento de água ou esgotamento sanitário para famílias ou comunidades que não tinham acesso a esses serviços.

### Referências

BERTONCELLO, A. G; MODAELI, E. V; BATISTA, V, S. O grafeno na dessalinização d'água e o impacto nas regiões com crise hídrica. **South American Development Society Journal**, v. 7, n. 19, p. 74-86, 2021.

BOOKER, D. J. Quantifying the Hydrological Effect of Permitted Water Abstractions across Spatial Scales. **Environmental Management**, [s.l.], v. 62, n. 1, p. 84-98, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1040-7>.

BORA, P. M.; JAIN, S; GANGURDE, Y; BHAMARE, N; DEORE, M. Solar Powered Water Seer. In. **Proceedings of the 6th International Conference on Recent Trends in Engineering & Technology (ICRTET – 2018, Nnashik, Maharashtra, Índia)**. p. 531. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Pradyumna-Bora/publication/361637545\\_Solar\\_Powered\\_Water\\_Seer/links/62bd6a60a31ea259bdbd13d6/Solar-Powered-Water-Seer.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pradyumna-Bora/publication/361637545_Solar_Powered_Water_Seer/links/62bd6a60a31ea259bdbd13d6/Solar-Powered-Water-Seer.pdf). Acesso em: 4 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Departamento de Saneamento. **Manual de saneamento**. [S.l.: s.n.], [s.d]. Disponível em: <https://fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/ambiente/Manual%20de%20Saneamento.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Capítulo 3: Padrões e Normas de Procedimentos Técnicos. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/capitulo\\_3.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/capitulo_3.pdf). Acesso em: 18 dez. 2024.

CAMPOS, B. L. de O.; FRAGA, M. M. C.; COSTA, A. O. S.; COSTA JUNIOR, E. F. da. Análise do processo de dessalinização solar com ênfase no método de umidificação e desumidificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 861-873, set./out. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/TMMcNysYbLQPGYQLYDMF4Yf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 9 dez. 2024.

FAGUNDES, R. M; SCHERER, M. J. Sistemas alternativos para o tratamento local dos efluentes sanitários. **Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 53-65, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Esgotamento sanitário: manual de instruções**. Brasília: FUNASA, 2018. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Esgotamento+Sanit%C3%A1rio.pdf/8bf6a259-872e-4030-b3ca-af92689d8bd8?version=1.0>. Acesso em: 18 dez. 2024.

GRECCO, L. H. A.; SOUZA, B. C. A.; ZANONI, M. V. B. Eletrocoagulação/Eletrofloculação para tratamento de águas residuárias: eletrodos não convencionais e acoplamento de técnicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 410-423, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170846>. Acesso em: 10 dez. 2024.

PEDRO, J. P. B., OLIVEIRA, C. A. S., REZENDE, S. C. B., VON SPERLING, M. A review of sanitation Technologies for flood-prone areas. **Journal of water, sanitation, and hygiene for development**, 10.3.2020. Disponível em <<https://iwaponline.com/washdev/article/10/3/397/75339/A-review-of-sanitation-technologies-for-flood>>. Acesso em: 7 mar. 2025.

8SOUZA, F. H.; TOSCANO, B.; CARNEIRO, C. G.; SENS, M. L. Diagnóstico e discussão sobre o uso da Filtração Lenta para abastecimento público em Santa Catarina, Brasil. **Revista DAE**, v. 66, n. 209, jan./mar. 2018. DOI: 10.4322/dae.2017.013.

TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Campinas, SP: Biblioteca/Unicamp, 2018. e-book ISBN 978-85-85783-94-5.

## Parâmetros quantitativos

No primeiro documento submetido a consulta pública, não foi considerado um parâmetro de intensidade média de carbono com relação ao consumo de energia, deixando-se para ser definido pelo setor de eletricidade e gás. Contudo, destaca-se que a Taxonomia de Singapura considera os seguintes parâmetros, com diferentes tonalidades de sustentabilidade:

- verde (mais sustentável): a energia usada para a usina de dessalinização deve ter intensidade de carbono inferior a 100 gCO<sub>2</sub>/kWh durante a vida útil restante do sistema (esse parâmetro é o mesmo estabelecido pela Taxonomia Verde do México);
- amarelo: (1) o consumo de energia das usinas de dessalinização deve ser inferior a 3,5 kWh/m<sup>3</sup> de água potável produzida até 2025; (2) entre 2025 e 2030, o consumo de energia deve ser inferior a 3 kWh/m<sup>3</sup>; e entre 2030 e 2035, o consumo de energia deve ser inferior a 2,5 kWh/m<sup>3</sup>; (3) depois de 2035, as plantas de dessalinização deverão atender aos critérios da categoria verdes;
- vermelho: caso não atenda os critérios de verde ou amarelo.

Nesse sentido, em Singapura, existe não somente uma definição quantitativa para o parâmetro verde, como também parâmetros intermediários que oferecem um caminho de adaptação para que as usinas em operação avancem gradualmente até atingir o padrão verde. Esse sistema incentiva a **mitigação e a adaptação** às mudanças climáticas por meio da redução das emissões de carbono, da promoção de maior eficiência energética e do alinhamento com as metas globais de sustentabilidade.

### Perdas na distribuição:

O Brasil tem elevadíssimos índices de perdas na distribuição e sem evidências de melhora nos últimos anos. Em 2018, era de 38,95%, elevando-se até 40,35% em 2021, caindo um pouco em 2022 com 37,78%. Contudo, bem longe da meta de 25% estabelecida como meta até 2035 na [Portaria](#) MCID nº 788, de 1 agosto de 2024. O país apresentou um valor de relacionamento elevado em comparação a outros países, visto que ficou em 78ª posição entre as 139 nações analisadas, atrás da China em 2012 (20,54%), da Rússia em 2020 (26,59%) e da África do Sul em 2017 (33,73%). Contudo, ficou à frente apenas da Índia em 2009, que registrou 41,27% de perdas de água ([INSTITUTO TRATA BRASIL, 2024](#)).

Sugere-se adotar uma meta mais ambiciosa, **com novos sistemas já projetados para atingir no máximo 25% de perdas na distribuição**, em vez de depender de melhorias graduais até 2033. Essa abordagem ganha ainda mais relevância ao compararmos com as diretrizes de outros países e suas Taxonomias Verdes, nas quais mesmo perdas de 25% são consideradas excessivas. Singapura, por exemplo, classifica como "verde" os sistemas com perdas de até 10%, enquanto perdas de 20% são consideradas "amarelas". Já a Colômbia estabelece uma meta de 20% para perdas na distribuição.

### **Consumo energético de sistemas de tratamento de águas residuais:**

E3: Construção, ampliação e operação de sistemas de tratamento de esgoto sanitário (sistemas novos e existentes)

Para esse tópico, não foi considerado nenhum parâmetro quantitativo com relação ao consumo energético. Para tanto, resgata-se aqui os parâmetros utilizados na Taxonomia da União Europeia em que de acordo com o Regulamento UE 2021/2139 os quais são os mesmos parâmetros utilizados pela Taxonomia de Singapura, as condições para que uma estação de tratamento de águas residuais seja considerada "verde" incluem o consumo energético, variando conforme a capacidade da estação em equivalentes de população (e.p.):

1. Capacidade inferior a 10.000 e.p.: o consumo líquido de energia deve ser igual ou inferior a 35 kWh por e.p. por ano.
2. Capacidade entre 10.000 e 100.000 e.p.: o consumo líquido de energia deve ser igual ou inferior a 25 kWh por e.p. por ano.
3. Capacidade superior a 100.000 e.p.: o consumo líquido de energia deve ser igual ou inferior a 20 kWh por e.p. por ano.

Em Singapura, onde as graduações de cores são usadas para a classificação ambiental, uma estação de tratamento de águas residuais será classificada como amarela se o consumo líquido de energia for igual ou inferior a 68 kWh por equivalente de população (e.p.) por ano, independentemente da capacidade da estação. Nesse sentido, sugere-se a inclusão de um parâmetro similar e talvez mais adaptado à realidade brasileira.

#### **Referências:**

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo de perdas de água de 2024 (SNIS, 2022): desafios na eficiência do saneamento básico no Brasil**. 2024. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/06/Estudo-da-GO-Associados-Perdas-de-Agua-de-2024-V2.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2025.