

**PROPOSIÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE
ESGOTO NO MUNICÍPIO DE LAMBARI-MG**

**PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A WASTEWATER
TREATMENT SYSTEM IN THE MUNICIPALITY OF LAMBARI-MG**

BEATRIZ ASTÉRIO ROMERO¹

¹ Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, Minas Gerais,
beatriz.romero@alunos.unis.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A falta de saneamento básico está ligada diretamente a proliferação de doenças parasitárias e infecciosas da população, uma vez que os resíduos são descartados de forma imprudente e com isso há a contaminação do ambiente. Neste aspecto, o destino adequado do esgoto é garantia de uma vida mais digna para milhões de brasileiros, que ainda não contam com sistemas de esgotamento sanitário, ajudando a reduzir as doenças de veiculação hídrica e contribuem para a preservação do meio ambiente.

No Brasil, o saneamento ainda está muito longe do ideal, principalmente no quesito coleta e tratamento do esgoto sanitário. Embora o abastecimento de água esteja presente em cerca de 99% dos municípios brasileiros, índices bem inferiores caracterizam a coleta de esgoto sanitário – em cerca de 62,5% dos municípios, e o tratamento de esgoto sanitário – em apenas cerca de 43% dos municípios. (IBGE, 2022).

De acordo com o Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), no Art. 11-B, “Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033.”.

Uma vez que o município de Lambari/MG, conta com rede coletora de esgoto, porém não possui o seu devido tratamento antes de ser infundido no Rio Mumbuca,

causando a contaminação do meio ambiente e a proliferação de doenças, torna-se necessário o estudo dos resíduos e da rede coletora no município de Lambari/MG, tendo em vista a necessidade de implantação de mecanismos para o tratamento adequado dos mesmos.

Diante de tal realidade, o objetivo geral do presente trabalho é adequar o município a legislação vigente, ou seja, é necessário implantar uma estação de tratamento de esgoto, para extinguir o lançamento de esgoto in natura e assim condicionar a população a uma melhor qualidade de vida e saúde.

Para que o objetivo geral seja alcançado, serão necessários alguns objetivos preliminares, como: o levantamento em croqui da canalização do município, a definição de qual será o sistema de tratamento implantado, a projeção populacional, o cálculo das vazões, o cálculo do índice pluviométrico e por fim, o cálculo da ETE e suas etapas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O saneamento básico no âmbito de esgotamento sanitário

3.1.1 Saneamento básico

O saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais destinadas a garantir o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem das águas pluviais (BRASIL, 2020). Segundo a Lei nº 14.026/2020, que atualizou o Marco Legal do Saneamento, esses serviços são fundamentais para a promoção da saúde pública e da qualidade de vida, sendo considerados direitos essenciais da população (GALVÃO JUNIOR, 2021).

O direito ao saneamento básico, embora nem sempre explicitado de forma direta nas primeiras constituições brasileiras, é atualmente reconhecido como um direito fundamental derivado dos princípios constitucionais que asseguram a dignidade da pessoa humana, a saúde pública e o meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Mais recentemente, com a promulgação do Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), o setor passou a ter como meta a universalização dos serviços até 2033, incentivando a eficiência, a regionalização e a ampliação da participação do setor privado.

3.2 Sistemas de esgotamento sanitário

3.2.1 Conceitos gerais

Os sistemas de esgoto sanitário compreendem o conjunto de instalações responsáveis por coletar, transportar, tratar e dispor adequadamente os esgotos gerados por uma comunidade, prevenindo doenças e protegendo o meio ambiente (ABNT NBR 9649, 1986; TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Segundo Von Sperling (2005), esses sistemas podem ser classificados em separador e combinado. O sistema separador, atualmente o mais utilizado, mantém redes distintas para esgoto e águas pluviais, garantindo maior eficiência no tratamento. Já o sistema combinado utiliza uma única tubulação, o que reduz custos, mas apresenta limitações, como extravasamentos e diluição excessiva dos efluentes.

3.2.2 Sistemas de tratamento de esgoto

O tratamento de esgoto consiste em um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos aplicados às águas residuárias com o objetivo de remover impurezas e poluentes, permitindo que o efluente tratado possa ser devolvido ao meio ambiente ou reutilizado de forma segura.

De forma geral, os sistemas de tratamento de esgoto podem ser classificados em três níveis: primário, secundário e terciário, de acordo com o grau de depuração alcançado.

3.2.2.1 Tipos de sistemas de tratamento de esgoto

3.2.2.1.1 Lagoas de estabilização

Lagoa facultativa: os esgotos fluem continuamente em lagoas especialmente construídas para o tratamento de águas residuárias. O líquido permanece na lagoa por vários dias. A DBO solúvel e a DBO finamente particulada são estabilizadas aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobiamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese. (SPERLING, 2005).

Lagoa anaeróbia – lagoa facultativa: a DBO é em torno de 50 a 65% removida (convertida a líquidos e gases) na lagoa anaeróbia (mais profunda) e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única. (SPERLING, 2005).

Lagoa aerada facultativa: Os mecanismos de remoção da DBO são similares aos de uma lagoa facultativa. No entanto, o oxigênio é fornecido por aeradores mecânicos, ao invés de através da fotossíntese. Como a lagoa também facultativa, uma grande parte dos sólidos do esgoto e da biomassa sedimentam, sendo decomposta anaerobiamente no fundo. (SPERLING, 2005).

Lagoa aerada de mistura completa – lagoa de decantação: A energia introduzida por unidade de volume da lagoa é elevada, o que faz com que os sólidos (principalmente a biomassa) permaneçam dispersos no meio líquido, ou em mistura completa. A decorrente maior concentração de bactérias no meio líquido aumenta a eficiência do sistema na remoção da DBO, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior ao de uma lagoa aerada facultativa. No entanto, o efluente contém elevados teores de sólidos (bactérias), que necessitam ser removidos antes do lançamento no corpo receptor. A lagoa de decantação a jusante proporciona condições para esta remoção. O lodo da lagoa de decantação deve ser removido em períodos de poucos anos. (SPERLING, 2005).

Lagoas de alta taxa: As lagoas de alta taxa são concebidas para maximizar a produção de algas, em um ambiente totalmente aeróbio. Para tanto, as lagoas possuem reduzidas profundidades, garantindo a penetração de energia luminosa em toda a massa líquida. Em decorrência, a atividade fotossintética é elevada, proporcionando altas concentrações de oxigênio dissolvido e a elevação do pH. Estes fatores contribuem para o aumento na taxa de mortalidade de microrganismos patogênicos e para a remoção de nutrientes. As lagoas de alta taxa recebem uma elevada carga orgânica por unidade de área superficial. Há usualmente a 31 introdução de uma moderada agitação na lagoa, alcançada por meio de equipamento mecânico de baixa potência. (SPERLING, 2005).

Lagoas de maturação: O objetivo principal das lagoas de maturação é a remoção de organismos patogênicos. Nas lagoas de maturação predominam condições ambientais adversas para estes microrganismos, como radiação ultravioleta, elevado pH, elevado OD, temperatura mais baixa que a do trato intestinal humano, falta de nutrientes e predação por outros organismos. As lagoas de maturação constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção de DBO, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como lagoas com divisões por chicanas. A eficiência na remoção de coliformes é elevadíssima. (SPERLING, 2005).

3.2.2.1.2 Disposição no solo

Infiltração lenta: Os esgotos são aplicados ao solo, fornecendo água e nutrientes para o crescimento das plantas. Parte do líquido é evaporada, parte percola no solo, e a maior parte é absorvida pelas plantas. As taxas de aplicação no terreno são bem baixas. O líquido pode ser aplicado segundo os métodos das aspersões, do alagamento, e da crista e vala. Este é um processo de fertirrigação. (SPERLING, 2005).

Infiltração rápida: Os esgotos são dispostos em bacias rasas. O líquido passa pelo fundo poroso e percola pelo solo. A perda por evaporação é menor, face às maiores taxas de aplicação. A aplicação é intermitente, proporcionando um período de descanso para o solo. Os tipos mais comuns são: percolação para a água subterrânea, recuperação por drenagem sub superficial e recuperação por poços freáticos. (SPERLING, 2005).

Infiltração subsuperficial: O esgoto pré-decantado é aplicado abaixo do nível do solo. Os locais de infiltração são preenchidos com um meio poroso, no qual ocorre tratamento. Os tipos mais comuns são as valas de infiltração e os sumidouros. (SPERLING, 2005).

Escoamento superficial: Os esgotos são distribuídos na parte superior de terrenos com uma certa declividade, através da qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. A aplicação é intermitente. Os tipos de aplicação são: aspersores de alta pressão, aspersores de baixa pressão e tubulações ou canais de distribuição com aberturas intervaladas. (SPERLING, 2005).

Terras úmidas construídas: Terras úmidas construídas, banhados artificiais ou alagados artificiais. Consiste de lagoas ou canais rasos, que abrigam planta aquáticas. O sistema pode ser de fluxo superficial (NA acima do nível do solo) ou sub superficial (NA abaixo do nível do solo). Mecanismos biológicos, químicos e físicos no sistema raiz-solo atuam no tratamento de esgotos. (SPERLING, 2005).

3.2.2.1.3 Sistemas anaeróbios

Filtro anaeróbio: A DBO é convertida anaerobiamente por bactérias aderidas a um meio suporte (usualmente pedras) no reator. O tanque trabalha submerso, e o fluxo é ascendente. O sistema requer decantação primária (frequentemente fossas sépticas). A produção de lodo é baixa, e o lodo já sai estabilizado. (SPERLING, 2005).

Reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB): a sigla UASB advém de Upflow Anaerobic Sludge BlankeT. A DBO é convertida anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator

é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. A zona de sedimentação permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao sistema, aumentando a sua concentração no reator. Entre os gases formados inclui-se o metano. O sistema dispensa decantação primária. A produção de lodo é baixa, e o lodo já sai adensado e estabilizado. (SPERLING, 2005).

Segundo Ariovaldo Nuvolari (2011), neste tipo de reator, como pré-tratamento, deve-se prever o gradeamento e a remoção de areia e gorduras. Possui as mesmas limitações inerentes aos processos anaeróbicos (baixa eficiência, controle operacional difícil em alguns casos, etc), porém, resulta em áreas bastante reduzidas, tornando-se atrativo quando comparado com lagoas anaeróbicas, por exemplo, em especial tratando de efluentes de alta carga orgânica.

Reator anaeróbio – pós tratamento: Os reatores UASB usualmente não produzem um efluente que se adeque à maior parte dos padrões de lançamento. Por este motivo, frequentemente é necessária a incorporação de um pós tratamento, que pode ser biológico (aeróbio ou anaeróbio) ou físico-químico (com adição de coagulantes). Praticamente todos os processos de tratamento de esgotos podem ser usados como pós tratamento dos efluentes do reator UASB. A eficiência global do sistema é usualmente similar à que seria alcançada se o processo de pós tratamento fosse aplicado ao esgoto bruto. No entanto, os requisitos de área, volume e energia, bem como a produção de lodo, são bem menores. (SPERLING, 2005).

3.2.2.1.4 Lodos ativados

Lodos ativados convencional: O sistema de lodos ativados convencional é composto por um reator biológico (tanque de aeração) e um decantador secundário. A biomassa, formada por bactérias, é mantida em alta concentração por meio da recirculação dos sólidos sedimentados, o que aumenta a eficiência na remoção da DBO. Parte do lodo produzido é removida e necessita de estabilização posterior. A oxigenação é realizada por aeradores mecânicos ou ar difuso, e o sistema inclui uma decantação primária para eliminar sólidos sedimentáveis antes do tratamento biológico (SPERLING, 2005)

Lodos ativados por aeração prolongada: Similar ao sistema anterior, com a diferença de que a biomassa permanece mais tempo no sistema (os tanques de aeração são maiores). Com isto, há menos substrato (DBO) disponível para as bactérias, o que faz com que elas se utilizem da matéria orgânica do próprio material celular para a sua

manutenção. Em decorrência, o lodo excedente retirado (bactérias) já sai estabilizado. Não se incluem usualmente unidades de decantação primária. (SPERLING, 2005).

Lodos ativados de fluxo intermitente: No sistema de lodos ativados de fluxo intermitente, as etapas de aeração e sedimentação ocorrem no mesmo tanque, em ciclos alternados. Durante a aeração, ocorre a degradação da matéria orgânica; quando os aeradores são desligados, os sólidos sedimentam e o efluente é removido. Ao reiniciar a aeração, o lodo retorna à mistura, eliminando a necessidade de recirculação e de decantadores secundários. O processo pode operar nas modalidades convencional ou de aeração prolongada (SPERLING, 2005).

Lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio: O reator biológico incorpora uma zona anóxica (ausência de oxigênio, mas presença de nitratos). A zona anóxica pode estar a montante e/ou a jusante da zona aerada. Os nitratos formados pela nitrificação que ocorre na zona aeróbia são utilizados na respiração de microrganismos facultativos nas zonas anóxicas, sendo reduzidos a nitrogênio gasoso, o qual escapa para a atmosfera. (SPERLING, 2005).

Lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio e fósforo: Além das zonas aeróbias e anóxicas, o reator biológico incorpora ainda uma zona anaeróbia, situada na extremidade de montante. Recirculações internas fazem com que a biomassa esteja sucessivamente exposta a condições anaeróbias e aeróbias. Com esta alternância, um certo grupo de microrganismos absorve o fósforo do meio líquido, em quantidades bem superiores às que seriam normalmente necessárias para seu metabolismo. A retirada destes organismos com o lodo excedente implica, desta forma, na retirada de fósforo de reator biológico. (SPERLING, 2005).

3.2.2.1.5 Reatores aeróbios com biofilmes

Filtro biológico de baixa carga: O filtro biológico de baixa carga realiza a estabilização da DBO por meio da ação de bactérias aeróbias aderidas a um meio suporte, como pedras ou material plástico. O esgoto é distribuído na superfície do tanque e percola pelo leito, onde a matéria orgânica é retida e degradada pelos microrganismos. A circulação de ar ocorre nos espaços vazios do meio, favorecendo o processo biológico. Devido à baixa carga orgânica, as bactérias passam por autodigestão, resultando em um lodo estabilizado, que é removido posteriormente no decantador secundário. O sistema requer decantação primária antes do tratamento (SPERLING, 2005).

Filtro biológico de alta carga: Similar ao sistema anterior, com a diferença de que a carga de DBO aplicada é maior. As bactérias (lodo excedente) necessitam de estabilização no tratamento do lodo. O efluente do decantador secundário é recirculado para o filtro, de forma a diluir o afluente e garantir uma carga hidráulica homogênea. (SPERLING, 2005).

Biofiltro aerado submerso: O biofiltro aerado submerso é um tanque com material poroso permanentemente atravessado por esgoto e ar. O ar flui de forma ascendente, enquanto o líquido pode ter fluxo ascendente ou descendente. O meio granular atua simultaneamente como suporte para os microrganismos e como filtro, promovendo a remoção de matéria orgânica e partículas em suspensão. Periodicamente, o sistema requer lavagens para retirar o excesso de biomassa acumulada e evitar perdas de carga hidráulica (SPERLING, 2005).

Biodisco: A biomassa cresce aderida a um meio suporte, o qual é constituído por discos. Os discos, parcialmente imersos no líquido, giram, ora expondo a superfície ao líquido, ora ao ar. (SPERLING, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Metodologia

Este estudo foi conduzido no município de Lambari, abrangendo toda a área urbana. A pesquisa teve início a partir de referências bibliográficas e técnicas, das quais foram extraídos conceitos fundamentais presentes em livros, artigos científicos, legislações e outras publicações, servindo de base teórica para o desenvolvimento do tema proposto. Posteriormente, foi feita a identificação do local de estudo, levantamento de informações a partir de encontros realizados no Saae, unidade responsável pela rede de esgoto do município em questão, e pesquisa em campo.

Dessa forma, será realizado o levantamento das redes coletoras do município, para a execução de um projeto preliminar, a fim de conhecer melhor os caminhos tomados por esta e assim poder dar início ao cálculo da estação de tratamento de esgoto (ETE), mediante o pré estabelecimento de qual modelo será utilizado, calculando a projeção populacional, suas vazões e o índice pluviométrico, uma vez que a rede de esgoto é unificada.

4.1.1 Local de estudo

Lambari é um município localizado na região sul do estado de Minas Gerais, situada numa área territorial de 213,11 km², nas coordenadas geográficas latitude 21°58'33"S e longitude 45°21'00"O, com aproximadamente 20.414 habitantes, segundo dados do censo demográfico realizado pelo IBGE de 2022. A figura 1, representa a localização da área em estudo, especificamente a área urbana do município, com aproximadamente 5,55 km², de acordo com o Censo (2019).

Figura 1 - Localização da área urbana do município de Lambari.



Fonte: Google Earth Pro.

Os esgotos gerados no município são em grande maioria caracterizados como esgotos domésticos, mas o sistema de esgotamento sanitário recebe as águas de infiltrações e pluviais, se caracterizando um sistema unificado.

4.1.2 Sistema existente

O sistema de esgotamento sanitário de Lambari é administrado pelo SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Em 2017, de acordo com o IBGE, a rede coletora de esgoto apresentava uma extensão de 100 Km, atendendo residências, comércios e indústrias, expressando um índice de coleta de esgoto de 65,25% em 2017, o que nos mostra um aumento nessa taxa em 2022, ano em que foi realizado o último censo sobre saneamento básico no município.

Com base em conversas com o encarregado por essa área, foi informado que a rede coletora despeja os efluentes no Rio Mumbuca. O local onde esse é devolvido ao meio ambiente, é no meio da cidade, local próximo a muitos bairros e casas.

Figura 2 - local de escoamento de águas residuais



Fonte: O autor.

Diante da inexistência do estudo da autodepuração do corpo receptor, cabe ao projeto enquadrar-se no limite máximo de DBO 5 dias de 120 mg/L, de acordo com o limite máximo determinado pela Resolução CONAMA nº 430/2011, ou instalar uma estação de tratamento de esgoto.

Ao indagar o órgão responsável pelo serviço, o SAAE, este diz não possuírem cadastro da rede de sistema de esgotamento sanitário do município, dificultando assim o trabalho, uma vez que não se sabe exatamente onde estas se localizam, bem como não se sabe ao certo os diâmetros das tubulações.

Portanto, faz-se necessária a execução de um croqui do sistema de canalização do município, com base em pesquisas em campo, assim como o cálculo de diâmetros, para que o resultado esperado no projeto final da estação de tratamento de esgoto seja o mais fiel possível.

4.1.3 Sistema de tratamento de esgoto

Analisando todos os vieses e entendendo as necessidades da cidade estudada, o método escolhido para execução do projeto foi iniciar o sistema com tanques de armazenamento temporário para regular a vazão de efluente que chega à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), uma vez que a rede coletora é unificada e em épocas de chuva, a vazão não será a mesma dimensionada previamente, podendo então ocorrer uma grande variação de volume de água. Após o tratamento primário, será utilizado o Reator UASB como tratamento secundário e o pós-tratamento com filtro biológico.

4.2 Materiais

4.2.1 Projeção populacional

Para o desenvolvimento deste estudo, torna-se necessário realizar uma projeção populacional de Lambari, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos.

Realizando a projeção populacional pelo método aritmético, podemos obter os dados futuros a partir da observação de anos anteriores e suas estatísticas. Sendo assim, temos:

4.2.1.1 Taxa de crescimento anual (K_a)

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

Onde:

K_a = Taxa de crescimento anual (constante);

P_2 = População no ano mais recente;

P_1 = População no ano anterior;

T_2 = Ano mais recente;

T_1 = Ano anterior.

4.2.1.2 Projeção de população futura (P_f)

$$P_f = P_0 + K_a \times (T_f - T_0)$$

Onde:

P_f = População futura a ser projetada;

P_0 = População inicial (Pode ser a do ano mais recente, P_2);

K_a = Taxa de crescimento anual (calculada no passo 1);

T_f = Ano futuro que você quer prever;

T_0 = Ano de referência (o ano correspondente a P_0).

4.2.1.3 Consumo per capita

Segundo dados obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS de 2022, acessado em novembro de 2025, o consumo per capita de água no município de Lambari adotado para o projeto, é de 180,7 litros/habitante.dia.

4.2.1.4 Cálculo das Vazões

4.2.1.4.1 Vazão doméstica

$$Q_d = \frac{C \cdot P \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2}{86400}$$

Onde:

C = coeficiente de retorno do abastecimento;

P = população;

q = consumo efetivo per capita em l/s;

K_1 = coeficiente do dia de maior consumo, usualmente adotado no Brasil no valor de 1,20;

K_2 = coeficiente da hora de maior consumo, com valor adotado no Brasil de 1,50.

4.2.1.4.2 Vazão de infiltração

Segundo a NBR 9649/1986, a taxa de contribuição da infiltração deve admitir valor compreendido entre 0,05 a 1,0 l/s km. Como não foram encontrados dados que justificassem o valor para taxa de contribuição da infiltração, o valor adotado é de 1,0 l/s km, de modo a funcionar a favor da segurança.

$$Q_i = 1,0 \frac{l}{s} \times A \text{ km}$$

4.2.1.4.3 Vazão de dimensionamento (Q)

$$Q = Q_i + Q_d$$

4.3 Projeto da estação de tratamento de esgoto

Será realizada na próxima fase do presente trabalho o estudo de suas etapas, sendo o tratamento primário, secundário e pós-tratamento. Os cálculos serão executados a partir de dados obtidos anteriormente e de pesquisas que ainda serão realizadas, a fim de produzir um croqui para análise da canalização do município em evidência e posteriormente apresentar o melhor local para alocação e o dimensionamento da ETE, levando em consideração a realidade local.

Além disso, será necessária a avaliação e dimensionamento do tanque primário onde será armazenado o volume excedente de vazão em épocas em que há uma maior precipitação.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Com a realização desses estudos, espera-se conscientizar a população e a parte governamental do município acerca da importância do tratamento de esgoto, mostrando os motivos em que essa precisa se enquadrar na perspectiva do Novo Marco do Saneamento Básico e realizar o tratamento de sua coleta até 2033, colocando em prática um projeto de ETE adequado.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. *NBR 17076: Sistema de tratamento de esgoto de menor porte – Requisitos*. Rio de Janeiro, 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. *Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas*. Brasília: ANA, 2024. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/atlasesgotos>. Acesso em: 27 out. 2025.

BRASIL. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 7 out. 2025.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. *Marco Legal do Saneamento*. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/saneamento/marco-legal-do-saneamento>. Acesso em: 22 out. 2025.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. *Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB*. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab>. Acesso em: 7 out. 2025.

HELLER, Léo; CASTRO, José Esteban (orgs.). *Política pública e gestão de saneamento: experiências e desafios*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2013.

PHILIPPI JR., Arlindo; MALHEIROS, Tadeu F. *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Barueri: Manole, 2012.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. *Sistemas de esgotos sanitários: coleta, transporte, tratamento e reúso*. 2. ed. São Paulo: ABES, 2011.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *Gestão da drenagem urbana*. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2008.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos*. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005.