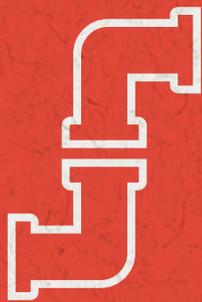




PLANO MUNICIPAL de SANEAMENTO BÁSICO



CADERNOS TEMÁTICOS SANEAMENTO BÁSICO

ESGOTAMENTO SANITÁRIO



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA



PLANO MUNICIPAL de SANEAMENTO BÁSICO

CADERNOS TEMÁTICOS SANEAMENTO BÁSICO

ESGOTAMENTO SANITÁRIO



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

SUMÁRIO

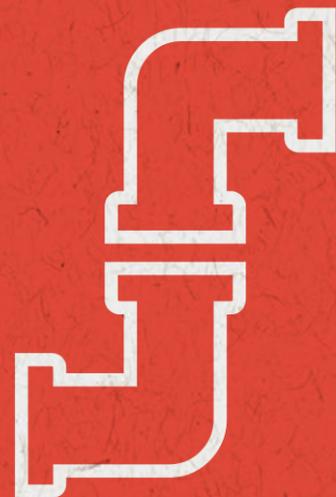
1. INTRODUÇÃO	1	6. COMPONENTES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	23
1.1 Esgotamento sanitário no Brasil	2	6.1 Rede coletora	24
2. ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ESGOTOS SANITÁRIOS	3	6.2 Interceptores	26
2.1 Composição do esgoto	4	6.3 Emissários	27
2.2 Parâmetros de potencial poluidor	5	6.4 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE)	27
2.2.1 Características físicas	7	6.5 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)	28
2.2.2 Características químicas	8	7. SOLUÇÕES ALTERNATIVAS	30
2.2.3 Características biológicas	10	7.1 Soluções individuais	30
3. CONTRIBUIÇÃO DOMÉSTICA	12	7.2 Soluções coletivas	31
3.1 Relação água-esgoto (coeficiente de retorno)	12	8. EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS	32
3.2. Contribuição média per capita	13	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
4. ESTUDOS POPULACIONAIS	14	ANEXO I - CICLO BIOGEOQUÍMICO	38
5. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)	15		
5.1 Cobertura do sistema de esgotamento sanitário	15		
5.2 Bacias de esgotamento	15		
5.3 Caracterização do esgoto e sua carga poluidora	16		
5.4 Corpo receptor	17		
5.4.1 Condições de lançamento do efluente	17		
5.4.2 Outorga de direito de uso dos recursos hídricos	19		
5.5 Ligações prediais/domiciliares	19		
5.5.1 Ligações irregulares	20		
5.6 Estudos das contribuições ou estudo de vazões	20		
5.6.1 Contribuição média doméstica	20		
5.6.2 Contribuição das águas de infiltração	21		
5.6.3 Contribuições concentradas	22		
5.6.4 Contribuição total	22		

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cloaca Máxima ou O Grande Esgoto	1
Figura 2 – Contribuintes na formação do esgoto sanitário	3
Figura 3 – Particularidades da composição do esgoto	4
Figura 4 – Grupos dos parâmetros visando o recurso hídrico	5
Figura 5 – Bacias e sub-bacias de esgotamento (natural e projetada)	16
Figura 6 – Ligações prediais internas e externas	19
Figura 7 – Águas de infiltração	21
Figura 8 – Componentes do sistema público de esgotamento sanitário	23
Figura 9 – Localização do interceptor no sistema.	26
Figura 10 – Emissário em construção – Rio Guaíba/RS	27
Figura 11 – Vista de uma Estação Elevatória de Esgotos	28
Figura 12 – ETE Cerquilha/SP – população projetada: 30 mil habitantes	29
Figura 13 – Reator anaeróbio de fluxo ascendente – Sanepar/PR	29
Figura 14 – Infraestrutura individual para coleta e tratamento de esgotos domésticos	30
Figura 15 – Sistema alternativo coletivo	31
Figura 16 – Plano de Emergências e Contingências	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características do esgoto	5
Quadro 2 – Parâmetros, origem e importância	6
Quadro 3 – Condições de lançamento de efluentes	18
Quadro 4 – Coeficiente K1, K2 e K3	22
Quadro 5 – Tipos de rede coletora	25
Quadro 6 – Eventos previsíveis	32
Quadro 7 – Nivelamento das emergências	33



1

INTRODUÇÃO

A história do esgotamento sanitário tem início em Roma (IT), no século VI a.C., onde a “Cloaca Máxima” (nome cuja tradução literal é “O Grande Esgoto”) foi construída pelo último rei Tarquínio Prisco, que decidiu urbanizar a cidade em seu reinado. A infraestrutura por ele construída, tinha o objetivo de “drenar” a cidade das inundações causadas pelo Rio Tibre e conduzir ao desagüe as águas pluviais da cidade (Figura 1). Porém, era proibido lançar excretas humanas nesse conduto que por hábito e por determinação dos governantes eram dispostas ou vertidas nas ruas, até que a chuva ou lavagem das ruas os levasse para o conduto de drenagem (**sistema unitário**).

Embora hoje se observe somente partes enterradas, estudos indicam que originalmente era um conduto a céu aberto, que foi sendo coberto gradualmente, na medida em que os espaços na cidade antiga foram ganhando valor.

Figura 1
Cloaca Máxima ou O Grande Esgoto



Na Idade das Trevas (500 a 1.000 d.C.), o conhecimento científico foi substituído pela cultura das superstições (as doenças eram explicadas por “culpas” e não como fruto das más condições de higiene e contaminações). Foi um período de estagnação das práticas e medidas sanitárias.

A transição do período medieval para a história moderna foi marcada por grandes descobertas: que a cólera era causada por um organismo vivo e que sua transmissão poderia ocorrer por meio de alimentos contaminados, que a origem da epidemia inglesa estava na contaminação da água pelas fezes (evidenciou-se que a epidemia era intensa em áreas mais pobres, poluídas por excrementos e resíduos).

A partir daí ocorreu a propagação da necessidade de se tratar as excretas humanas em função dos riscos à saúde pública, menos porem em regiões tropicais e equatoriais, que eram enquadradas em duas situações adversas: índice de chuvas muito elevados e condições econômicas desfavoráveis.

1.1 ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL

Diante dos riscos de contaminação e doenças, no século XVIII as nações europeias ameaçaram tirar o Brasil de suas rotas comerciais, o que para o imperador D. Pedro II traria prejuízos econômicos muito superiores aos elevados custos de construção de galerias de grande porte para o transporte de dejetos e águas pluviais (o que conhecemos hoje como **sistema unitário**). Assim, contratou técnicos ingleses para implantação das galerias nos dois principais portos brasileiros à época, localizados na cidade do Rio de Janeiro (RJ) e Santos (SP).

As peculiares condições urbanísticas da cidade do Rio de Janeiro surpreenderam os projetistas que, para baratear os custos das obras, criaram um sistema inovador - **sistema separador parcial** - que conduziria as águas pluviais de áreas pavimentadas de lotes e residências em separado do esgoto doméstico até que, em determinado momento, se juntariam na conformação do sistema unitário.

A separação absoluta das galerias somente ocorreu quando um engenheiro americano, também para baratear os custos de construção, manteve a separação total das águas pluviais daquelas de esgotos domésticos, criando o **sistema separador absoluto** que foi difundido em todo mundo.

No Brasil, o **sistema separador absoluto** foi adotado pelo engenheiro Saturnino de Brito em 1912 e a partir desse período se tornou prática obrigatória no Brasil. Essa obrigatoriedade persiste até os dias atuais.

Além da preocupação com o saneamento das cidades e com a organização dos espaços urbanos, Saturnino de Brito também se preocupava com o emprego do dinheiro público, defendendo que a cidade deveria ser pensada de modo a não ser preciso tomar decisões onerosas no futuro que pudessem ser evitadas no presente (ideia intrínseca ao planejamento). Assim, também defendia que, ao sanear a cidade, o poder público reduziria os gastos com saúde (premissa clássica de Saturnino de Brito muito utilizada nos debates atuais).



2

ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ESGOTOS SANITÁRIOS

As águas residuárias ou o esgoto sanitário, são formados pela reunião de águas utilizadas nos ambientes domésticos, comerciais e institucionais (Figura 2).

Figura 2 – Contribuintes na formação do esgoto sanitário.



Agregam-se ao esgoto sanitário os despejos industriais (desde que enquadrados em certos padrões) e as parcelas de águas provenientes de precipitações pluviométricas e de mananciais subterrâneos que conseguem infiltrar na rede pública por locais e pontos singulares do sistema impossibilitados de serem estanques, tais como: tampas e paredes de caixas de passagem, inspeção e poços de visita, conexões entre tubulações e até mesmo, ligações clandestinas.

São definições importantes a serem conhecidas, compreendidas e fixadas, tanto para a elaboração, quanto para implementação e gestão de um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB):

- **Esgoto doméstico (contribuição doméstica):** despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas;
- **Esgoto industrial (contribuição industrial):** despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos;
- **Águas de infiltração:** toda água, proveniente do subsolo indesejável ao sistema separador absoluto e que penetra nas canalizações;

→ **Contribuição pluvial parasitária:** parcela do escoamento superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário.

ATENÇÃO...

A maior parte da água potável que abastece um imóvel residencial deixará local na forma de água residuária (esgoto), também conhecida como “água servida”.

A geração dos esgotos ocorre portanto em função dos hábitos de higiene humana e das necessidades dos processos produtivos.

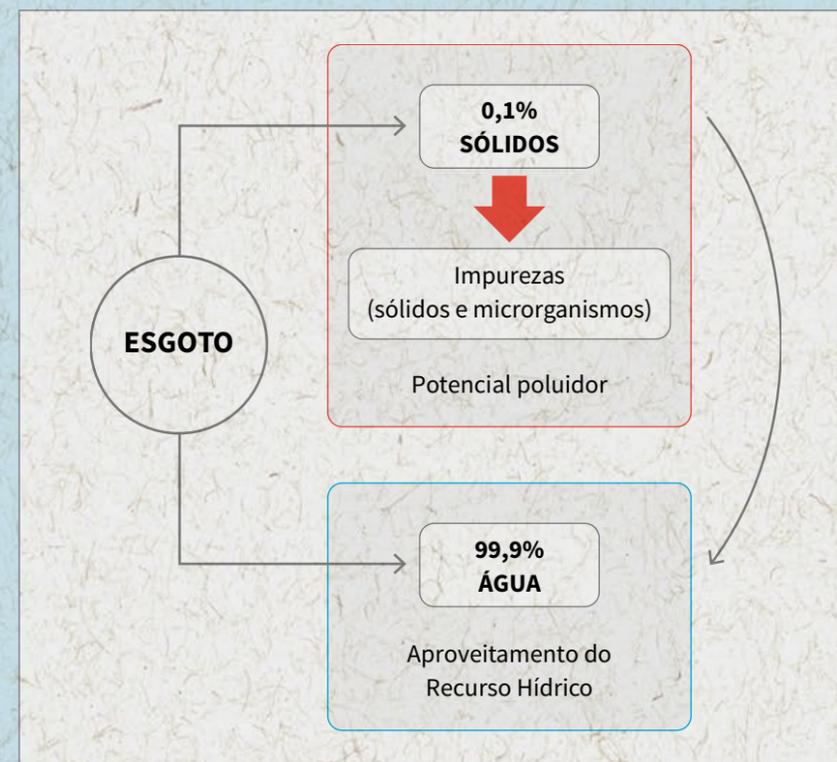
2.1 COMPOSIÇÃO DO ESGOTO

Desde que não haja significativa contribuição de despejos de origem industrial, a composição média do esgoto é mais ou menos constante, ou seja, é composto por cerca de 99,9% de água e apenas 0,1%, de impurezas de natureza orgânica e inorgânica (sólidos e microrganismos).

Embora sua composição possa ser constante, as características das impurezas são variáveis e são determinadas pelos hábitos, costumes e condições socioeconômicas da população e por essa razão essas impurezas devem ser avaliadas.

Nos sólidos da composição do esgoto é imprescindível determinar seu potencial poluidor, pois isto indicará como deverá ser realizado seu tratamento, para minimizar seus efeitos na água e possibilitar seu reaproveitamento. (Figura 3).

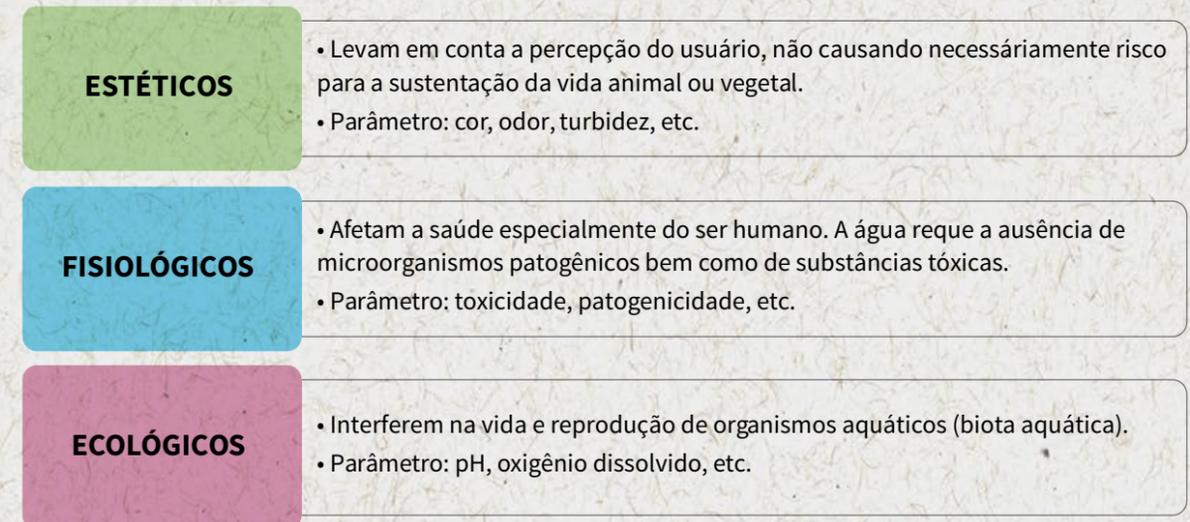
Figura 3 – Particularidades da composição do esgoto.



2.2 PARÂMETROS DE POTENCIAL POLUIDOR

Os parâmetros utilizados para avaliar o potencial de aproveitamento do recurso hídrico (maior percentual na composição do esgoto) podem ser reunidos em três grandes grupos.

Figura 4 – Grupos dos parâmetros visando o recurso hídrico.



Por outro lado, também é importante determinar o potencial poluidor dos parâmetros da parte sólida contida no esgoto (componente poluidor). Isto requer a identificação dos poluentes a serem destruídos ou removidos, o que é realizado pelo estudo e interrelação entre as suas características físicas, químicas e biológicas (Quadro 1).

Quadro 1 – Características do esgoto

Característica	Descrição
Física	Impurezas de natureza física são representadas por substâncias cuja presença afeta a água, independente de sua natureza química ou biológica.
Química	As impurezas de natureza química constituem-se de substâncias orgânicas e inorgânicas solúveis. A fração orgânica é representada por proteínas, óleos e graxas, hidratos de carbono, fenóis e por uma série de substâncias artificiais, fabricadas pelo homem, como detergentes e defensivos agrícolas.
Biológica	As impurezas de natureza biológica são representadas pelos seres vivos liberados junto com os dejetos humanos: bactérias, vírus, fungos, helmintos e protozoários.

Via de regra, não há necessidade de se determinar todos os compostos dos quais a parte sólida é constituída em função da complexidade das análises necessárias e da pequena utilidade prática dos resultados. Os parâmetros normalmente analisados são aqueles de maior importância e que implicarão nos aspectos operacionais, ambientais, sócio econômicos e de saúde pública.

O Quadro 2 demonstra estes parâmetros destacando a origem e importância de cada um deles.

Quadro 2 – Parâmetros, origem e importância

Parâmetro	Origem	Importância
Cor	Decomposição da matéria orgânica, ferro e manganês, resíduos industriais e esgotos domésticos.	Pode ou não apresentar toxicidade dependendo da origem.
Turbidez	Partículas de rocha, areia e silte, algas, microrganismos, despejos domésticos e industriais, erosão.	Pode estar associado a compostos tóxicos ou microrganismos patogênicos.
Sabor/odor	Matéria orgânica em decomposição, algas, gases dissolvidos, despejos domésticos ou industriais.	Pode estar associado a compostos tóxicos ou microrganismos patogênicos.
Sólidos	Erosão do solo, efluentes urbanos e industriais	Pode estar associado a compostos tóxicos ou microrganismos patogênicos. Efeito estético.
Temperatura	Despejos industriais.	Aumenta a taxa de produção de microrganismos e diminui concentração de OD na água.
pH	Dissolução de rochas, absorção de gases, matéria orgânica, fotossíntese (CO ₂), despejos domésticos e industriais.	Interfere em etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, remoção de dureza), causa corrosão (pH baixo) ou incrustações (pH alto), além de afetar a vida aquática.
Alcalinidade	Dissolução de rochas, difusão de CO ₂ e despejos industriais.	Confere sabor amargo para a água de abastecimento, interfere nas etapas de tratamento de água.
Ferro e Manganês	Dissolução de compostos do solo e despejos industriais.	Problemas relacionados com a cor da água.
Cloretos	Dissolução dos minerais, águas salinas, despejos domésticos e industriais, águas utilizadas em irrigação.	Em elevadas concentrações pode causar prejuízo à vida aquática pelo alto poder oxidante.
Nitrogênio	Proteínas, clorofila e vários compostos naturais, despejos domésticos e industriais, excrementos de animais, fertilizantes.	Excesso de nitrato: associado com a metahemoglobina. Eutrofização (algas), consumo de OD, amônia livre tóxica à vida aquática.

Fósforo	Dissolução de compostos do solo, matéria orgânica, detergentes, despejos domésticos e industriais, excrementos de animais, fertilizantes.	Eutrofização.
Oxigênio dissolvido	Difusão de O ₂ atmosférico, fotossíntese, cascatas.	Vital para os seres aquáticos aeróbios.
Matéria orgânica (DBO, DQO)	Plantas e animais, despejos domésticos e industriais.	Para oxidar a matéria orgânica os microrganismos consomem oxigênio, estando relacionada diretamente com a DBO. É o parâmetro fundamental para avaliar o grau de poluição de um corpo d'água.
Micropoluentes inorgânicos	Despejos industriais, atividades mineradoras e agrícolas, garimpo.	Metais pesados são tóxicos para os seres vivos aquáticos e para os consumidores de água. Ex. Al, Cu, Hg.
Microrganismos (contaminação fecal)	Despejos domésticos, hospitalares, agroindustriais.	Podem transmitir ou causar doenças no homem

2.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Caracterizar fisicamente o esgoto significa identificar e quantificar ou mensurar cada parâmetro associado:

→ **Matéria sólida total:** na caracterização da matéria sólida total, são identificados e quantificados os **sólidos suspensos (SS)** e os **sólidos dissolvidos (SD)**, que podem ser fixos ou voláteis. Os fixos, estão relacionados à presença de contaminantes de origem mineral, enquanto os voláteis se relacionam com as impurezas de origem orgânica. Para esta caracterização utilizam-se dois parâmetros:

- **Temperatura:** afeta a velocidade das reações químicas e bioquímicas do esgoto. Temperaturas do esgoto abaixo de 4°C inibem a atividade dos microrganismos e acima de 55°C aceleram a destruição dos microrganismos porém reduzem o metabolismo bacteriano (a decomposição da matéria sólida reflete diretamente no aumento da temperatura);
- **Odor:** os odores do esgoto indicam seu grau de septicidade (contaminação) pois são causados pelos gases formados no processo de decomposição da matéria sólida.

→ **Vazão:** importante para dimensionamento e assim, para o bom funcionamento dos sistemas. A elaboração de um hidrograma de vazões permite

identificar os valores extremos (máximo e mínimo) porém requer a existência de rede coletora implantada. Caso a rede seja inexistente ou parcialmente implantada, suas vazões são calculadas a partir dos coeficientes (K1 e K2) definidos para a rede pública de abastecimento de água potável (ver caderno de sistemas de abastecimento de Água Potável).

2.2.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Na caracterização química do esgoto, identificam-se os compostos conforme sua classificação – orgânica e inorgânica:

Orgânica

Os principais poluentes orgânicos presentes no esgoto são os carboidratos, proteínas e gorduras. Dependendo da fonte de poluição pode ocorrer grande variedade de compostos orgânicos oriundos de processos industriais ou agrícolas (hidrocarbonetos, tensoativos, defensivos agrícolas).

Entretanto, devido à grande variedade destes resíduos, a identificação de cada um dos compostos presentes pode consumir muito tempo e apresentar custo elevado. Desta forma, opta-se pela identificação global destes poluentes, por meio de parâmetros, destacando-se:

→ **Demanda bioquímica de oxigênio (DBO):** é o consumo de oxigênio requerido por microrganismos para degradação da matéria orgânica presente na água. Permite estimar, de maneira indireta, o impacto da descarga de águas residuárias contendo poluentes orgânicos (biodegradáveis) nos mananciais hídricos. A DBO é medida na temperatura de 20°C em intervalo de tempo padronizado de 5 dias (DBO_5). Também pode ser medido o consumo de O_2 no intervalo de 20 dias (DBO_{20}), o que engloba o consumo de O_2 para biooxidação da matéria orgânica carbonácea e do nitrogênio amoniacal. O valor da DBO é expresso em termos de $mg\ O_2/L$.

→ **Demanda química de oxigênio (DQO):** é o consumo de oxidante químico energético requerido para destruição da matéria orgânica presente na água (biodegradável ou não) sendo a quantidade de oxidante consumido expresso em termos de massa de O_2 contido no oxidante por unidade de volume de água ($mg\ O_2/L$). A relação entre o valor da DBO e DQO permite estimar a fração dos poluentes que podem ser removidos num sistema de tratamento biológico.

→ **Carbono orgânico total (COT):** variável empregada na avaliação de poluentes orgânicos presentes na água com a vantagem de medir diretamente a massa de carbono orgânico, ao invés da estimativa do consumo de O_2 requerido para sua oxidação.

→ **Carboidratos:** por conterem carbono, hidrogênio e oxigênio que são as primeiras substâncias a serem destruídas pelas bactérias, com produção de ácidos orgânicos. Ex. açúcar, amido, celulose, etc.

→ **Óleos e graxas (OG):** são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal (ex.: hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, etc) que provocam odores desagradáveis, aderem às paredes de tubulações causando seu entupimento e interferem e inibem a vida biológica.

→ **Surfactantes ou tensoativos:** são substâncias utilizadas para limpeza em geral, pois conseguem “envolver” a sujeira e retirá-la junto com a água, através de um processo chamado emulsificação. Ex.: produtos de limpeza (detergentes e sabões em pó), cosméticos (sabonetes e shampoos, cremes e produtos de beleza, creme dental, etc.).

→ **Fenóis:** são compostos orgânicos originados principalmente de despejos industriais. Têm a propriedade de causar, ainda que em baixa concentração, gosto (amargo e adstringente) e odor característico à água (em especial à água clorada).

IMPORTANTE...

Por lei no Brasil, desde 1982, todos os detergentes comercializados devem conter tensoativo biodegradável, de acordo com as exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Inorgânica

Em função da diversidade de poluentes inorgânicos encontrados nas águas residuárias, são identificados os seguintes parâmetros:

→ **pH:** indicador do equilíbrio entre substâncias ácidas e básicas presentes na água. A sua importância é devido a sua influência sobre a velocidade das reações químicas e bioquímicas.

IMPORTANTE...

O pH do esgoto varia tipicamente entre 6,5 e 7,5. Esgotos velhos ou sépticos apresentam pH inferior a 6,0

Medição:

Papel pH (forma mais simples) e pHmetro (forma mais precisa)

→ **Acidez e alcalinidade:** águas residuárias normalmente contêm substâncias com capacidade “tampão”, que auxiliam na estabilidade do pH nos processos de tratamento (ex.: fluídos biológicos animais ou vegetais).

→ **Nitrogênio e fósforo:** de grande interesse, pois são fundamentais como causadores de eutrofização dos corpos de água receptores. O desenvolvimento exagerado de organismos fotossintetizantes (algas), percolação de

produtos agrícolas, e outros contaminantes, etc., podem causar toxicidade ao ambiente aquático. (Ver Anexo I - Ciclo biogeoquímico).

→ **Metais:** a presença de metais no esgoto sanitário também pode causar toxicidade ao meio ambiente, principalmente no caso de metais pesados (Ex.: níquel, cromo, cádmio, mercúrio e outros).

→ **Gases:** a água pode conter grande variedade de gases dissolvidos gerados pela atividade bacteriana produzida pelo consumo de matéria orgânica. Outros gases podem estar dissolvidos, sendo o gás sulfídrico (SH_4) e gás amônia (NH_3) os de maior preocupação devido à toxicidade que causam aos seres vivos e o metano (CH_4). Entre os gases que provocam o efeito estufa estão o CO_2 , CH_4 e NH_4 .

2.2.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Na caracterização biológica do esgoto identificam-se os organismos biológicos que poderão causar danos à saúde da população. São eles:

→ **Bactérias:** organismos unicelulares que se apresentam em variadas formas e tamanhos e são os principais responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Ex. Cianobactérias: podem causar gastroenterites, distúrbios neurológicos, renais e no fígado; *Salmonella*, *Shigella*, etc.: podem causar desde dores abomináveis até a morte.

- **Coliformes:** habitam o intestino do homem e de animais e sua determinação é utilizada na avaliação da qualidade do esgoto. A concentração (quantidade) dos coliformes nas águas é um indicador da existência de possíveis microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças pelo uso ou ingestão da água contaminada, tais como a febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera. Ex: *Escherichia Coli*, *Klebsiella*, *Serratia*, etc.

- **Coliformes totais:** grupos de bactérias gram-negativas (aeróbias ou anaeróbias) que não formam esporos e são associadas à decomposição de matéria orgânica em geral.

- **Coliformes fecais ou termotolerantes:** grupo de bactérias que não toleram temperaturas acima de 40°C e se reproduzem nessa temperatura em menos de 24 horas. Este grupo é associado às fezes de animais de sangue quente.

→ **Fungos:** organismos aeróbios, multicelulares, não heterotróficos que também são de grande importância na decomposição da matéria orgânica. Causam infecções diversas, como as micoses.

→ **Protozoários:** organismos unicelulares, sem parede celular. Alimentam-se de bactérias, algas e outros microrganismos e são essenciais para a manutenção do equilíbrio entre grupos biológicos. Alguns são patogênicos.

Ex. *Cryptosporidium*: pode causar a perda de fluidos corpóreos, dor abdominal, febre, etc. *Giardia lamblia*: causa diarreia aquosa e gordurosa, perda de peso, etc.

→ **Vírus:** organismos parasitas muito simples e pequenos. Causam várias doenças e podem ser de difícil remoção. Ex. Hepatite: causa náuseas, dor abdominal, icterícia; Herpes vírus: causa formação de pequenas vesículas, úlceras e verrugas.

→ **Helmintos:** animais superiores (vermes), parasitas que podem viver em várias partes do corpo humano. Ovos de helmintos presentes nos esgoto são causadores de doenças, as verminoses. Ex.: *Taenias*.

3

CONTRIBUIÇÃO DOMÉSTICA

O consumo contínuo de água potável no desempenho diário das atividades domésticas, produz as águas servidas. Quando oriundas de atividades de limpeza, normalmente denominam-se águas cinza e quando contêm matéria fecal, águas negras.

Como esses despejos têm, normalmente, origem na utilização da água do sistema público de abastecimento, espera-se que a maior ou menor demanda de água implicará, proporcionalmente, na maior ou menor contribuição doméstica de vazões a coletar, transportar (esgotar) e tratar.

3.1 RELAÇÃO ÁGUA-ESGOTO (COEFICIENTE DE RETORNO)

É natural que parcela da água fornecida pelo sistema público de abastecimento de água potável não seja transformada em vazão de esgotos como, por exemplo, a água utilizada para rega de jardins, lavagens de pisos externos, etc. Em compensação na rede coletora poderão chegar vazões procedentes de outras fontes de abastecimento como do consumo de água de mananciais meteóricos (águas pluviais) e de poços particulares, etc.

Essas considerações implicam que, embora haja uma nítida correlação entre o consumo de água do sistema público e a contribuição de esgotos, alguns fatores poderão tornar esta correlação maior ou menor conforme a circunstância.

De acordo com a frequência e intensidade da ocorrência desses fatores, a relação entre o volume de esgotos coletado e da água consumida pode oscilar entre 60% a 130%, segundo a literatura conhecida.

Este percentual é conhecido como **relação água/esgoto** ou **coeficiente de retorno** e é representada pela letra “**c**” nas fórmulas, ou seja, a partir do volume de água consumido é possível prever o volume de esgoto gerado em um município ou comunidade.

No Brasil é usual a adoção de valores na faixa de 75 a 85% da água consumida por residências que retorna à rede coletora pública na forma de despejos domésticos, percentual este utilizado caso não haja informações claras que indiquem um valor para “c”.

3.2 CONTRIBUIÇÃO MÉDIA PER CAPITA

Como consequência da **relação água/esgoto**, torna-se necessário o conhecimento prévio dos números da demanda de água para que se possa calcular com coerência o volume de esgotos produzidos.

Um dos parâmetros mais importante é a quantidade de água consumida diariamente por cada usuário, denominado de consumo médio *per capita* (representado pela letra “**q**”), parâmetro este que, na maior parte das vezes, é estimado pelos projetistas em função do aprofundamento e das interpelações dos aspectos geoeconômicos regionais, desenvolvimento social e dos hábitos da população a ser beneficiada (Ver Caderno Abastecimento de Água Potável).

Partindo-se, da definição do *per capita* de consumo de água pode-se determinar o *per capita* médio de contribuição de esgotos da seguinte maneira:

$$\text{Contribuição per capita (média)} = c \times q$$

Onde:

c= coeficiente de retorno;

q= consumo médio *per capita* de água (L.hab.dia).

4

ESTUDOS POPULACIONAIS

Os estudos populacionais utilizados para se planejar ou projetar um sistema de esgotamento sanitário deverão utilizar a mesma metodologia para o planejamento de sistemas de abastecimento de água (Ver Caderno – Abastecimento de Água Potável).

Assim, deverão estar retratadas as seguintes populações:

- **População atendida:** aquela que contribui para o sistema de esgotamento sanitário existente;
- **População atendível:** a que irá contribuir para o sistema de esgotamento sanitário planejado.

5

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

A Lei nº 11.445/2007, considera o esgotamento sanitário como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

5.1 COBERTURA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

É o percentual da população atendida por rede de esgotamento sanitário (com ligação do domicílio à rede coletora), em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

Conhecer a cobertura do esgotamento sanitário de seu município possibilitará subsidiar análises de risco para a saúde associadas a fatores ambientais, além dos processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas voltadas ao saneamento básico, especialmente aquelas relacionadas ao esgotamento sanitário. Baixas coberturas favorecem a proliferação de doenças transmissíveis decorrentes de contaminação ambiental.

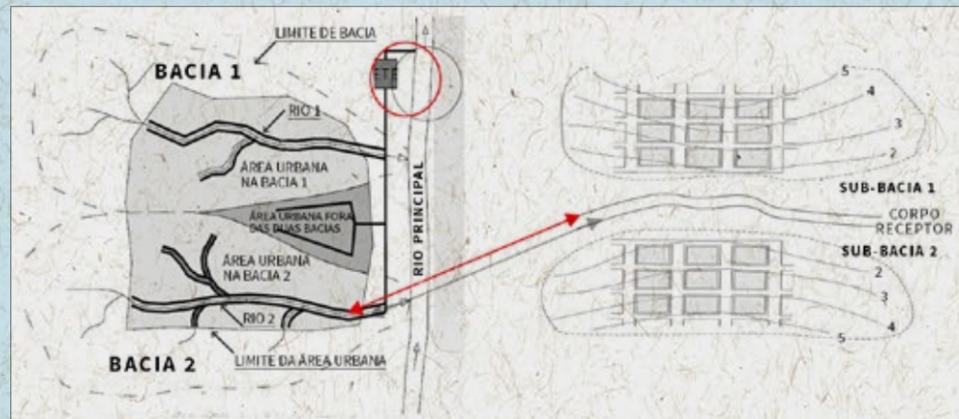
5.2 BACIAS DE ESGOTAMENTO

É o conjunto de áreas esgotadas e esgotáveis, cujo esgoto flui para um único ponto de concentração.

- **Áreas esgotadas:** áreas cuja infraestrutura implantada recebe o fluxo do sistema coletor.
- **Áreas esgotáveis:** áreas que apesar de não contarem com infraestrutura poderão receber o fluxo do sistema coletor.

As bacias de esgotamento, em função dos volumes esgotados e esgotáveis, podem estar divididas em sub-bacias de esgotamento. Cada bacia poderá contemplar um ou mais sistemas de esgotamento sanitário conforme definido em projeto (Figura 5).

Figura 5 – Bacias e sub-bacias de esgotamento (natural e projetada)



Com a ponderação das contribuições *per capita* e por definição do projetista, critérios serão adotados na definição do traçado das sub-bacias que deverão obedecer às condições naturais do terreno, desconsiderando a divisão político-administrativa do município. Tais critérios podem ser: adensamento populacional, tendências de crescimento territorial, proximidade de estações elevatórias, estações de tratamento que possam ser ampliadas para a nova vazão, caso haja sistema implantado, etc.

Assim, será possível delinear as necessidades e as possíveis localizações das infraestruturas dos serviços públicos de esgotamento sanitário, tais como estações elevatórias de esgoto, estações de tratamento, entre outras.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO E SUA CARGA POLUIDORA

A partir do estudo das bacias de esgotamento, é necessário que as características do esgoto sejam analisadas (no caso de infraestruturas implantadas) ou determinadas (no caso de infraestruturas inexistentes) para avaliar e caracterizar as cargas poluidoras atuais e futuras em função da tendência de ocupação do solo, verificando, inclusive, a existência de lançamento de esgoto industrial à rede coletora e a necessidade de tratamento prévio (Ver Capítulo 2.2).

5.4 CORPO RECEPTOR

No planejamento de um SES é muito importante que se observe com critério onde, quanto e em que condições os esgotos serão lançados em corpos receptores (rios, lagos, mares etc). Para tanto, deverão ser levantadas e analisadas as características do corpo receptor para o encaminhamento do esgoto da região em estudo.

A determinação das condições sanitárias dos corpos receptores deve considerar as disposições legais existentes quanto à classe do corpo receptor e respectivos padrões de qualidade de lançamento de efluentes.

IMPORTANTE!

Verificar legislações estaduais para eventuais parâmetros adicionais e/ou valores mais restritivos.

É vetado o lançamento de efluentes nas águas de Classe Especial (Ver Resolução CONAMA nº 430/2011)

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como as condições e padrões de lançamento de efluentes, dividiu as águas do território nacional em águas doces, salobras e salinas e definiu os usos preponderantes dessas águas. Dispôs ainda que, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores **após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências.**

Deverão ser avaliadas, também, a capacidade auto depuradora do corpo receptor, a necessidade de tratamento do esgoto e a eficiência requerida para a infraestrutura e componentes do sistema, indicando suas consequências para os múltiplos usos da água e seus padrões de qualidade.

5.4.1 CONDIÇÕES DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE

As condições de lançamento de efluentes em corpo receptor poderão ser visualizadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Condições de lançamento de efluentes.

Parâmetro	Condição
pH	Entre 5 a 9.
Temperatura	Inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura.
Materiais sedimentáveis	Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes.
Materiais flutuantes	Ausência.
Regime de lançamento	Vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente.
Óleos e graxas	Até 100 mg/L.
DBO5	Máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Fonte: Res. CONAMA 430/2011.

IMPORTANTE!

O lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos deve atender aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura e o padrão de balneabilidade, de acordo com as normas e legislação vigentes.



PARA SABER MAIS SOBRE AS CLASSES E USOS PREPONDERANTES DA ÁGUA ACESSE WWW.MMA.GOV.BR

IMPORTANTE!

É nessa etapa, com o conhecimento do sentido do escoamento e dos volumes contribuintes, que são desenvolvidas e comparadas diferentes alternativas para o traçado mais simples e direto da rede coletora de esgoto (cenários prospectivos).

5.4.2 OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Tal como ocorre para o sistema público de abastecimento de água potável (uso consuntivo – Caderno de Abastecimento de Água Potável), a outorga de direito de uso dos recursos hídricos se faz necessária também para o lançamento dos efluentes dos sistemas públicos de esgotamento sanitário nos corpos d'água (uso não consuntivo).



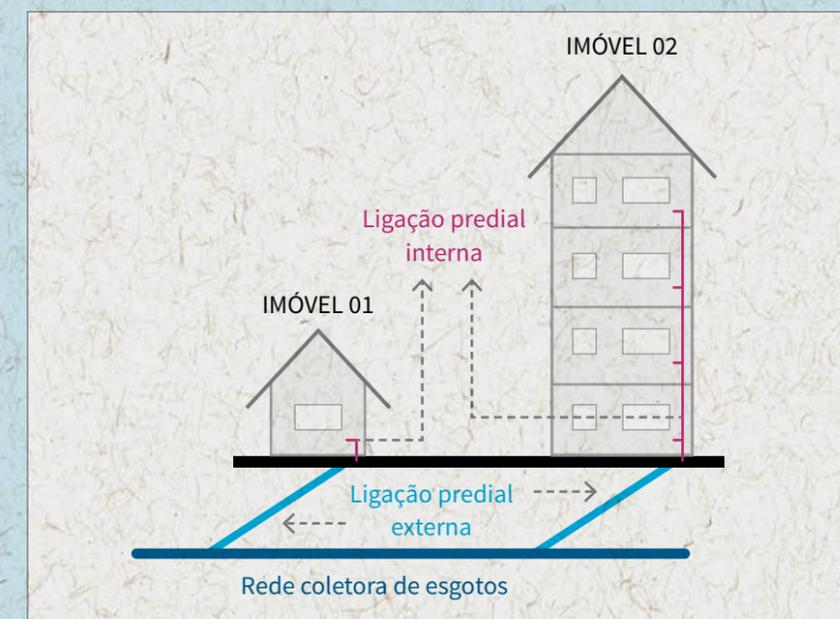
PARA SABER MAIS SOBRE OUTORGA E SEU PROCESSO DE OBTENÇÃO CONSULTE O MANUAL DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E ADMINISTRATIVOS DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS DISPONÍVEL EM WWW.ANA.GOV.BR

5.5 LIGAÇÕES PREDIAIS/DOMICILIARES

Uma ligação predial ou domiciliar é o conjunto de tubulações, conexões, louças, etc que interligam a instalação predial à rede coletora. É compreendida por duas partes distintas:

- **Interna:** ligações que ocorrem dentro do imóvel e estão sob a responsabilidade do proprietário (louças sanitárias, tubulações e conexões).
- **Externa:** trecho do coletor predial que se situa entre o limite do lote do imóvel e o coletor público sob a responsabilidade do titular dos serviços públicos de esgotamento sanitário (Figura 6) e como tal, para efeitos de planejamento, deve ser contabilizada e avaliada.

Figura 6 – Ligações prediais internas e externas.



ATENÇÃO!

Ligações irregulares constituem dano ao patrimônio público e são consideradas crime ambiental (artigo 155 parágrafo 3º do Código Penal e Lei de Crimes Ambientais).

5.5.1 LIGAÇÕES IRREGULARES

Ligações irregulares (clandestinas) são consideradas fraudes ao SES e, como tal, são práticas proibidas. Dentre as fraudes mais comuns estão os lançamentos diretos no mar ou corpos d'água, a ligação do esgotamento em redes de drenagem de águas pluviais e ainda o escoamento direto dos efluentes domésticos em vias públicas, todas causadoras de degradação ambiental, podendo comprometer a saúde e bem estar da população. Ligações de tubulações de águas pluviais em redes coletoras de esgotos também são consideradas irregulares.

Diferente do que ocorre no abastecimento de água potável, as ligações irregulares ocorridas em um SES não objetivam burlar o pagamento pelos serviços públicos, pois estes custos são calculados com base no coeficiente de retorno estimado. Visam, sim, burlar o conhecimento da composição do esgoto produzido ou ignorar as condições impostas para as ligações do imóvel.

5.6 ESTUDOS DAS CONTRIBUIÇÕES OU ESTUDO DE VAZÕES

Em um PMSB, deverão estar planejadas avaliações anuais das vazões do esgotamento e suas contribuições, bem como a verificação do regime de lançamento dos esgotos/efluentes industriais.

5.6.1 CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DOMÉSTICA

Definida as populações (Capítulo 4) e a contribuição média *per capita* (Capítulo 3.2), é possível estimar o volume médio diário de esgotos domésticos produzidos por meio da seguinte equação:

$$Q_d = (c \times q) \times P$$

Onde:

Q_d = volume médio diário

$(c \times q)$ = contribuição média *per capita* (L.hab.dia)

P = população (habitantes)

5.6.2 CONTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS DE INFILTRAÇÃO

Transportado pelas canalizações, o esgoto não tem sua origem somente nos pontos onde houver consumo de água. Parcela da vazão é resultante de infiltrações inevitáveis ao longo dos condutos (juntas mal executadas, fissuras ou rupturas nas tubulações, nas paredes das edificações acessórias, etc.) (Figura 7).

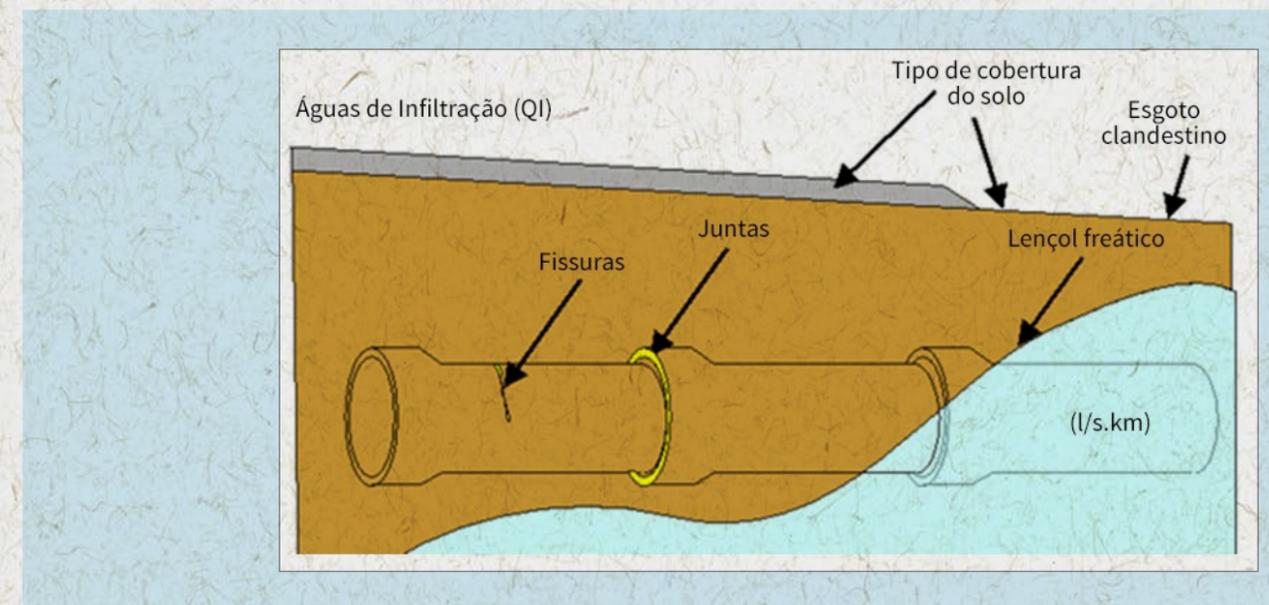
Tais volumes tornam-se mais acentuados nos períodos chuvosos, pois parte das estruturas poderá permanecer situada temporariamente submersa no freático, além das contribuições originadas nas ligações ilegais de águas pluviais. Influi ainda nessa contribuição o tipo de terreno em que os condutos estão instalados e a pavimentação dos arruamentos.

As canalizações internas de lotes (condomínios por exemplo) que estão sob a responsabilidade dos seus proprietários adquirem importância para esta contribuição, uma vez que a extensão dessas redes pode ser maior que a da rede pública coletora no trecho e sua execução e manutenção pode não ser criteriosa implicando em acréscimos substanciais ao volume infiltrado.

Quando da determinação dos volumes infiltrados deve-se considerar as canalizações do abastecimento de água potável próximas às de esgoto, uma vez que a frequência de vazamentos nessas canalizações de água implicam na saturação no subsolo podendo, deste modo, contribuir para o aumento da infiltração.

Pesquisas para determinação de coeficientes de infiltração são raras na literatura brasileira, por essa razão é comum a adoção de uma taxa de contribuição de infiltração, de 0,5 a 1,0 l/s.km (NBR 9649/86 – ABNT).

Figura 7 – Águas de infiltração.



5.6.3 CONTRIBUIÇÕES CONCENTRADAS

São contribuições que não podem ser consideradas como ligações normais ao longo da rede, uma vez que seu volume altera as condições de escoamento para jusante, mas devem ser contempladas no planejamento. Podem ter origem em estações rodoviárias, grandes edificações residenciais e/ou comerciais, lavanderias públicas, centros comerciais, grandes hospitais, clubes com piscinas, entre outros, e, principalmente, de estabelecimentos industriais que usam água em volumes substanciais no processo de produção.

5.6.4 CONTRIBUIÇÃO TOTAL

Diante das estimativas das parcelas formadoras das vazões de esgotos sanitários é possível calcular a vazão média coletada por meio da seguinte equação:

$$Q_T = Q_D + Q_I + Q_C$$

Onde:

Q_T = vazão média total diária;

Q_D = contribuição média diária doméstica;

Q_C = contribuições concentradas;

Q_I = contribuições de infiltrações que é resultante do produto da taxa de infiltração multiplicada pela extensão “L” das canalizações subterrâneas.

Para as situações onde se fizerem necessárias determinações das vazões máxima e mínima, o procedimento clássico é empregar as mesmas variações definidas para o cálculo do consumo doméstico de água, considerando as contribuições de infiltração e concentradas.

Assim, apenas a parcela de origem doméstica sofrerá variações diárias e horárias na grande maioria das situações e seus valores serão obtidos por meio da utilização dos coeficientes K1, K2 e K3 (Quadro 4), tal como nos cálculos efetuados para o abastecimento de água potável (Ver Caderno Abastecimento de Água Potável).

Observa-se que os valores indicados para os coeficientes são números usuais para situações onde não se dispõe de informações mais precisas que indiquem dados ajustados à realidade local.

Quadro 4 – Coeficiente K1, K2 e K3

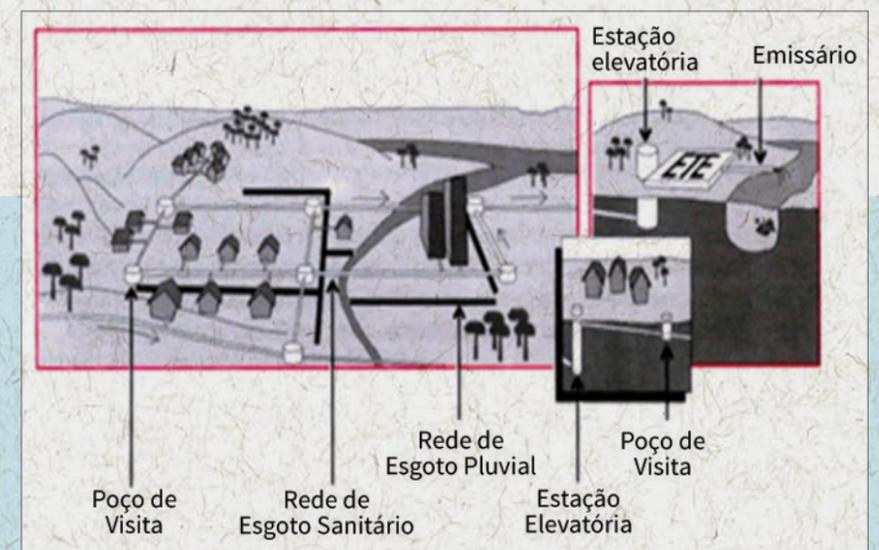
	Descrição	Valores
K1	Coeficiente do dia de maior contribuição	Valores usuais no Brasil variando de 1,20 a 1,50
K2	Coeficiente da hora de maior vazão do dia de maior contribuição	Usualmente arbitrado em 1,50
K3	Coeficiente de contribuição mínima	Frequentemente adotado como 0,50

Conforme o contexto histórico abordado no início deste Caderno Temático, os métodos que propiciam o esgotamento sanitário são:

- **Sistema unitário:** é a coleta da parcela das águas pluviais que se transforma em esgoto pluvial, dos esgotos domésticos e industriais em um único coletor. Tem custo de implantação elevado, em função de suas grandes dimensões e de seu tratamento.
- **Sistema separador absoluto:** o esgoto doméstico e o industrial ficam separados do esgoto pluvial. É o adotado no Brasil. O custo de implantação é menor, pois as águas pluviais não são tão prejudiciais quanto o esgoto doméstico.
- **Sistema misto ou separador parcial:** uma parte do esgoto pluvial é coletada por sistema separador absoluto e outra por sistema unitário.

Por meio desses métodos o esgotamento sanitário ocorre de forma coletiva aplicada nos serviços públicos de saneamento básico (sistema convencional) que apresenta os seguintes componentes básicos (Figura 8).

Figura 8
Componentes do sistema público de esgotamento sanitário.



Fonte: Mídia digital.

→ **Sistema coletor:** Todo o conjunto sanitário, constituído pela rede coletora, interceptores, emissários, estações elevatórias e órgãos complementares e acessórios.

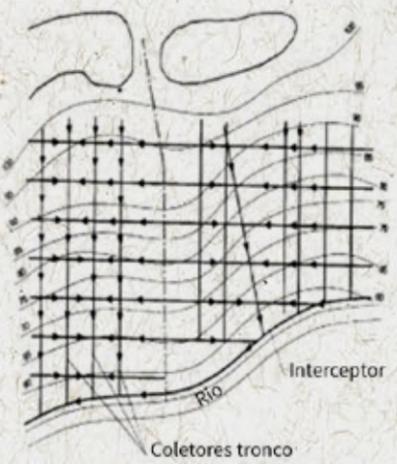
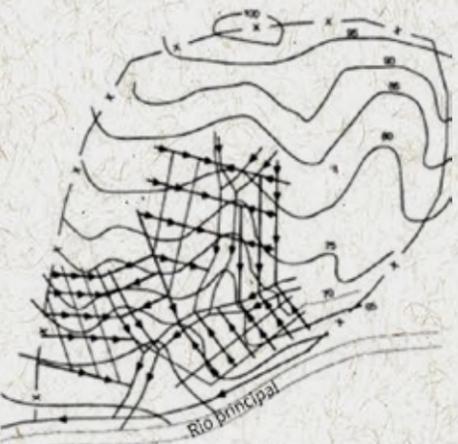
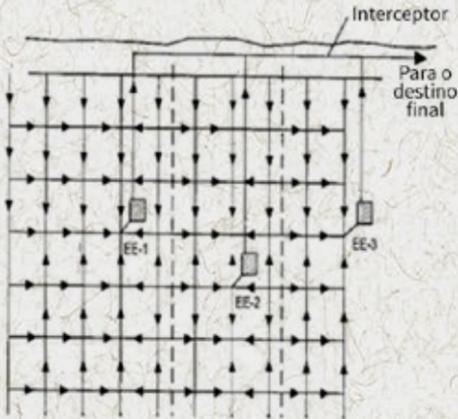
- **Rede coletora (rede de esgoto sanitário):** conjunto de condutos coletores e órgãos acessórios destinados à coleta e remoção dos esgotos gerados nas edificações.
- **Interceptor:** tubulação que intercepta um determinado trecho da rede a fim de capturar a contribuição dos coletores tronco e de alguns emissários.
- **Emissário:** canalização que deve receber esgoto exclusivamente em sua extremidade a montante, pois se destina apenas ao transporte das vazões reunidas.
- **Estação elevatória de esgoto:** conjunto de equipamentos (em geral dentro de uma edificação subterrânea), destinado a promover o recalque das vazões dos esgotos coletados a montante.
- **Órgãos acessórios:** Poços de visita (câmaras de inspeção e manutenção); sifão invertido (traspasse de obstáculos que não podem ser feitos em linha reta), etc.

→ **Estação de Tratamento de Esgotos (ETE):** unidade projetada para tratar o esgoto coletado em conformidade com as especificações técnicas e normativas, de forma a possibilitar que a água esteja dentro dos padrões exigidos para ser lançada no corpo receptor.

6.1 REDE COLETORA

De forma geral o traçado das redes coletoras está intimamente ligado à morfologia da área de projeto, buscando tirar proveito dos declives existentes e dos efeitos da gravidade, conforme apresenta o Quadro 5.

Quadro 5 – Tipos de rede coletora.

Tipo	Características	Detalhe
Perpendicular	Quando atravessada ou circundada por cursos d'água. A rede de esgotos compõe-se de vários coletores tronco independentes, com traçado tendendo à perpendicularidade ao curso d'água. Um interceptor margeando o curso d'água recebe os coletores tronco.	
Leque	Própria para áreas acidentadas. Os coletores correm pelos fundos dos vales ou pela parte baixa das bacias, e recebem os coletores secundários, formando um traçado em forma de espinha de peixe.	
Radial ou distrital	Traçado para áreas planas. A área é dividida em setores independentes e, em cada um criam-se pontos baixos, para onde são direcionados os esgotos para serem recalcados para o destino final.	

Independente de seu tipo, as redes coletoras são constituídas por:

- *Ligação predial*: trecho do coletor situado entre o limite do lote e a rede.
- *Coletor*: tubulações subterrâneas que recebem a contribuição de esgotos em qualquer ponto ao longo de seu comprimento (coletor público).
- *Coletor principal*: tubulação de maior extensão dentro de uma mesma bacia de contribuição.
- *Coletor tronco*: tubulação que recebe as contribuições de outros coletores.

6.2 INTERCEPTORES

São canalizações destinadas a interceptar e receber o fluxo de esgoto da rede coletora ao longo de seu comprimento. Costumam ser instalados nos fundos de vales, à margem de cursos d'água ou canais.

São responsáveis pelo transporte dos esgotos gerados na sub-bacia, conduzindo-os para estações de tratamento, evitando que sejam lançados diretamente sobre os recursos hídricos. Os interceptores ainda amortecem a vazão proveniente da rede coletora. Por conta das maiores vazões transportadas, os diâmetros são normalmente os maiores da rede coletora.

Figura 9 – Localização do interceptor no sistema.



Fonte: Editora Pini.

Para cada trecho do interceptor, devem ser estimadas as vazões inicial e final. Para a avaliação das vazões do trecho final do interceptor, pode ser considerada a defasagem das vazões das redes afluentes a montante – mediante a composição dos respectivos hidrogramas – com as vazões dos trechos imediatamente anteriores. O escoamento, assim como em outros tubos da rede, é normalmente feito pela ação da gravidade.

6.3 EMISSÁRIOS

A necessidade de transporte de vazões finais para pontos distantes da área de coleta demanda a construção de um emissário. O lançamento subaquático no mar ou sob rios caudalosos (Figura 10) normalmente poderá ser realizado através de emissários com elevatória na extremidade a montante.

Figura 10
Emissário em construção –
Rio Guaíba/RS.



Fonte: CMR4, 2014.

6.4 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO (EEE)

São instalações que se destinam ao transporte do esgoto do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluente.

Figura 11
Vista de uma Estação Elevatória de Esgotos.



Fonte: Sanesul/MS, 2014.

A ocorrência de estações elevatórias é frequente em cidades de grande porte, situadas em áreas planas ou mesmo com declividades superficiais inferiores às mínimas requeridas pelos coletores para seu funcionamento normal.

6.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)

A função das ETE consiste em tratar o esgoto, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, em curto período de tempo, tornando seus parâmetros compatíveis com as condições encontradas na natureza e, assim, possibilitando a descarga de efluente final nos corpos receptores.

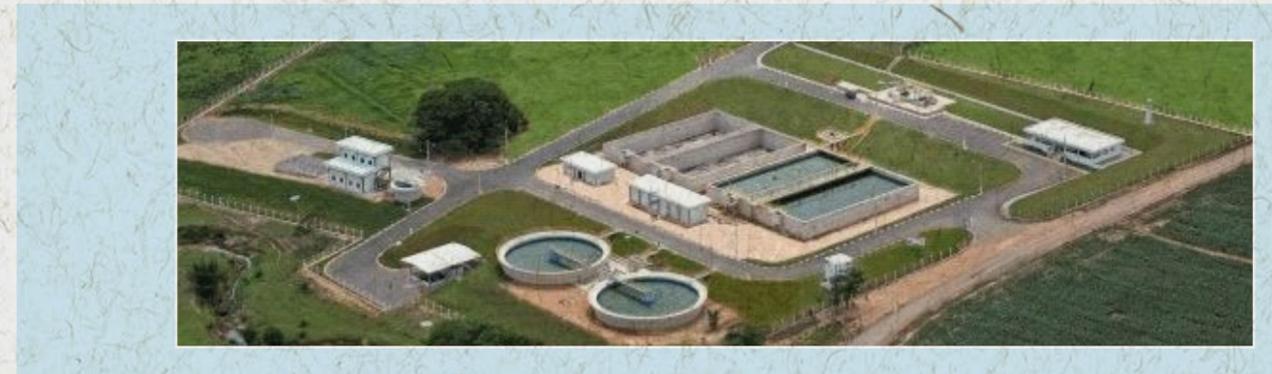
A escolha da tecnologia a ser utilizada para o tratamento do esgoto depende diretamente de suas características. As tecnologias mais utilizadas são:

→ **Lodo ativado:** sistema de tratamento de efluentes líquidos que apresenta elevada eficiência de remoção de matéria orgânica presente em esgotos de natureza doméstica/sanitária e efluentes industriais.

O processo de tratamento é exclusivamente de natureza biológica, onde a matéria orgânica é depurada, por meio de colônias de microrganismos heterogêneos específicos, na presença de oxigênio (processo exclusivamente aeróbio). Essas colônias de microrganismos formam uma massa denominada de lodo (lodo ativo, ativado ou biológico).

Basicamente, os componentes de um sistema de tratamento por lodos ativados são: tanque de aeração ou reator biológico, sistema de aeração, tanque de decantação e sistema para recirculação de lodo.

Figura 12 – ETE Cerquillo/SP – população projetada: 30 mil habitantes.



Fonte: PM de Cerquillo.

→ **Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA):** É um reator fechado. O tratamento biológico ocorre por processo anaeróbio, isto é, sem oxigênio. A decomposição da matéria orgânica é feita por microrganismos presentes num manto de lodo.

O esgoto sai da parte de baixo do reator e passa pela camada de lodo que atua como um filtro. A eficiência atinge de 65% a 75% e, por isso, é necessário um tratamento complementar que pode ser feito através da lagoa facultativa. É um mecanismo compacto e de fácil operação.

Figura 13 – Reator anaeróbio de fluxo ascendente – Sanepar/PR.



Fonte: Sanepar.

Ao final do processo, tanto a fase líquida quanto a sólida devem estar aptas, segundo legislações específicas, a serem descartadas nos corpos receptores (fase líquida), aterro sanitário ou outra aplicação específica (fase sólida), sem prejuízo ao meio ambiente.

IMPORTANTE...

No planejamento de construção ou ampliação da infraestrutura para o esgotamento sanitário, verificar sempre a possibilidade de aproveitamento das instalações existentes.

7

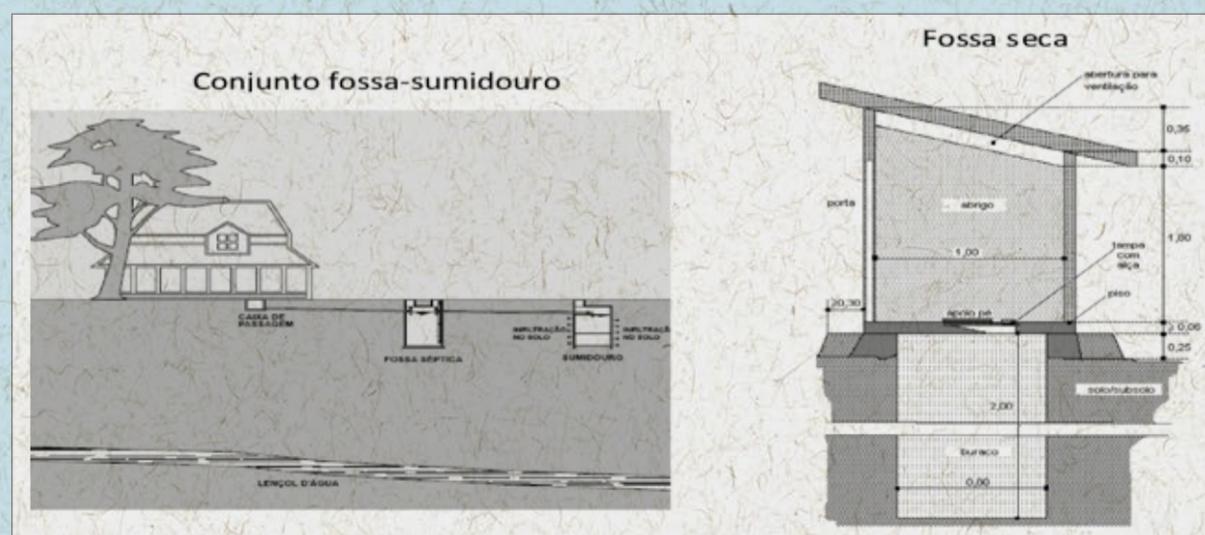
SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

As soluções alternativas ao sistema convencional se destinam aos locais nos quais a rede pública coletora não se encontra disponível. Estas podem ser divididas em soluções individuais ou coletivas.

7.1 SOLUÇÕES INDIVIDUAIS

As soluções individuais coletam os esgotos domésticos de um único imóvel, com a finalidade de tratá-lo com a utilização do conjunto fossa-sumidouro (tanque séptico). Pode também ocorrer em edificações que não possuam instalações hidráulicas com a utilização de fossa seca, desde que a área não esteja sujeita a inundações, e que se guarde um afastamento mínimo de 15m de pontos de captação de água.

Figura 14 - Infraestrutura individual para coleta e tratamento de esgotos domésticos.

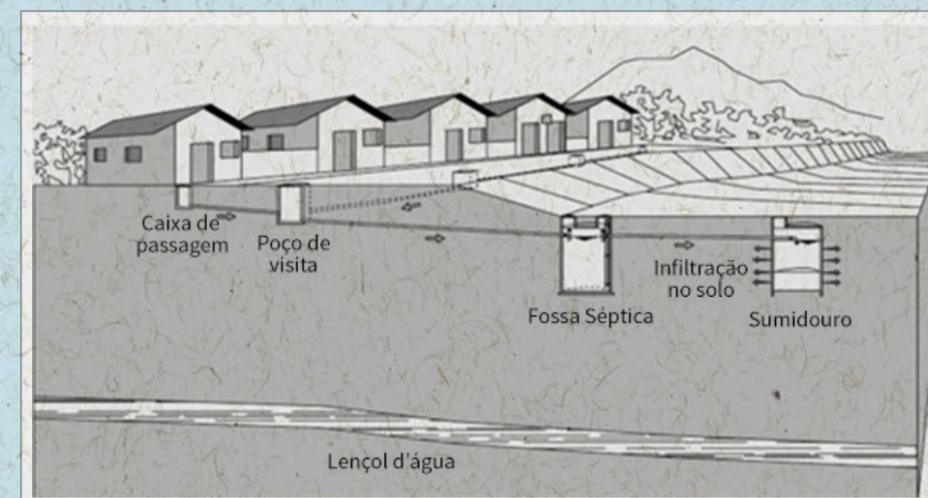


Fonte: Mídia digital.

7.2 SOLUÇÕES COLETIVAS

As soluções alternativas coletivas coletam os esgotos domésticos de mais de um imóvel, com a finalidade de tratá-los com a utilização do conjunto fossa-sumidouro (tanques sépticos). Entretanto, quanto maior for o sistema, maior será a concentração de gases, lodos e efluentes líquidos.

Figura 15 - Sistema alternativo coletivo.



8

EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

Apesar de todo o sistema de esgotamento sanitário ser objeto de monitoramento no âmbito do processo de controle estabelecido, podem ocorrer eventos que, por sua natureza, advêm de situações excepcionais, tais como desastres naturais (erosões, inundações, etc.), ações humanas e outros incidentes, que apresentem relevante impacto negativo na infraestrutura do esgotamento sanitário e que possam pôr em perigo a saúde pública.

Na possibilidade de se registrar eventos de consequências problemáticas (Quadro 6), as Ações de Emergência para seu combate são demandadas.

Quadro 6 – Eventos previsíveis.

Tipo de evento		Descrição
Desastres naturais		Inundações Erosões Condições meteorológicas extremas (raios, temperatura elevada, etc.) Tremores de terra
Ações humanas	Internas	Sabotagem Vandalismo Roubo de equipamentos Acidentes com produtos químicos perigosos Danos de equipamentos
	Externas	Sabotagem Bioterrorismo Vandalismo Acessos indevidos Acidentes com produtos químicos perigosos
Incidentes inesperados		Incêndio Ruptura ou queda de energia Falhas em equipamentos mecânicos Rompimento de tubulação e de estruturas Acidentes construtivos Problemas com pessoal (perda de operador, emergência médica) Contaminação acidental (surto epidêmico, ligações cruzadas acidentais) Mudança brusca de temperatura e pressão Descartes indevidos

Ações de emergência especificam de forma clara os responsáveis pela coordenação das medidas a tomar, os esquemas alternativos para o esgotamento sanitário nos casos de emergência, bem como um plano de comunicação para alertar e informar os usuários e consumidores. Devem refletir as etapas essenciais necessárias para iniciar, dar continuidade e encerrar a resposta a uma emergência.

As emergências a considerar podem ser agrupadas em níveis de alerta, conforme a gravidade demonstrada pela situação (Quadro 7).

Quadro 7 – Nivelamento das emergências

Nível 1	Situação anormal	Incidente, anomalia ou suspeita que, por suas dimensões ou localização, não representam uma ameaça para além do local onde foi produzida.
Nível 2	Situação de perigo	Acidente que pode evoluir para situação de emergência se não houver uma ação corretiva imediata, contudo, o sistema se mantém em funcionamento.
Nível 3	Situação de emergência	Acidente grave ou calamitoso, descontrolado ou de difícil controle que originou ou pode originar danos pessoais, materiais ou ambientais. Requer ação corretiva imediata para recuperação do controle e minimização das consequências.

As ações a serem estabelecidas para atendimento das emergências devem ser concisas, objetivas e de fácil implementação. Os procedimentos necessários não necessitam ser exaustivos, porém deverão trazer a informação crítica nas fases iniciais da resposta e orientar para a resposta operacional.

Sempre que possível, a informação deve ser apresentada sob a forma de “check-list” e de esquemas funcionais, para possibilitar uma fácil e rápida compreensão das recomendações a serem colocadas em prática.

Ressalta-se que as ações de emergência deverão ser revistas sempre que necessário, pois são partes dinâmicas do planejamento, ou seja, tanto as variáveis sofrem modificações como também os recursos que deverão ser empregados em cada ação. Isto deve estar previsto em um PMSB.

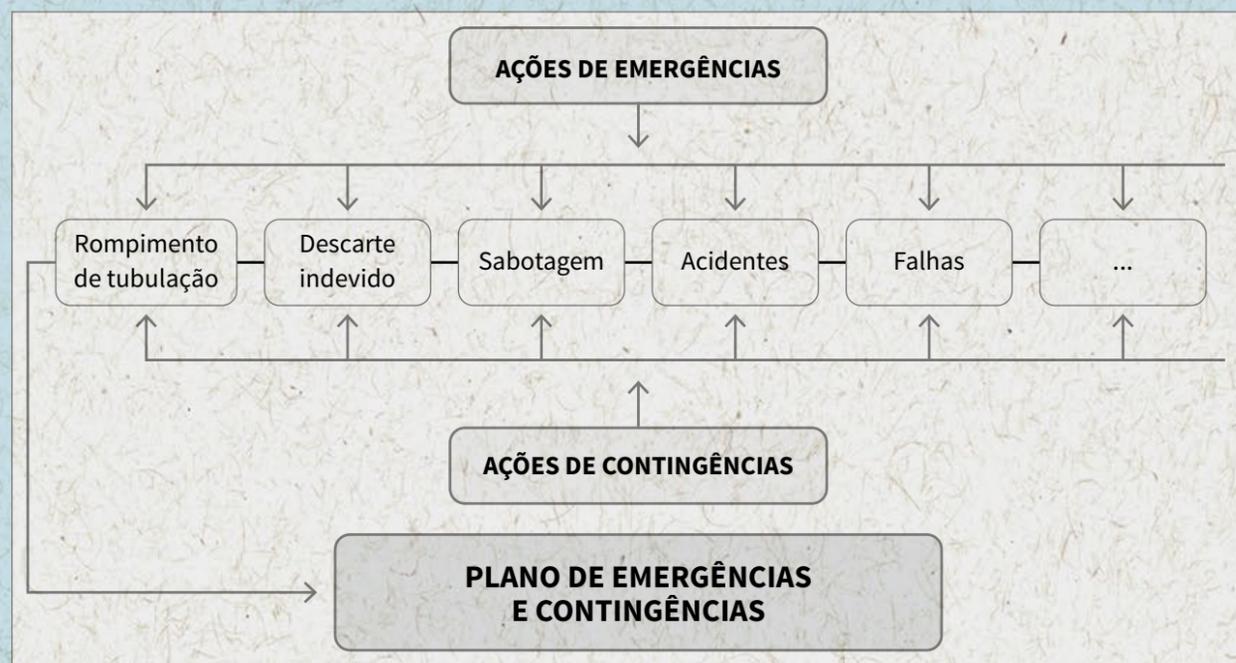
Para dar respostas às situações de emergência é necessário, ainda, a concepção de **Ações de Contingências**.

Ações de contingência são ações estruturadas e organizadas para serem acionadas quando constatada uma situação de emergência, a fim de restabelecer o sistema afetado. Devem ocorrer por meio de ações integradas, baseadas em procedimentos e abordagens técnico-científicas, utilizando como apoio uma base de dados e informações georreferenciadas, com o envolvimento de múltiplos atores. Inclui ações de prevenção, preparação, resposta, mitigação e recuperação.

Na necessidade de dar respostas aos diversos tipos de eventos previstos ou previsíveis, aconselha-se, durante a elaboração de um PMSB, conceber e adotar um único documento que se constituirá no Plano de Emergências e Contingências (PEC) para possibilitar o atendimento do art. 19 da Lei nº 11.445/2007.

O PEC deverá conter o conjunto de procedimentos de contingências para dar respostas a cada uma das situações de emergência previstas.

Figura 16 – Plano de Emergências e Contingências.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - NBR 9648:1986 - Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento

ABNT - NBR 9649:1986 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – Procedimento

ABNT - NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução

ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/imagens/default.asp>>. Acesso em: 05/09/2015.

AZEVEDO NETTO, J.M., et all. **Manual de Hidráulica**. Ed. Edgard Blucher Ltda. 8 ed. São Paulo, 1998.

ARSEA – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. **Relatório de Fiscalização – Sistema de Esgotamento Sanitário da sede do município de Frei Gaspar**. Belo Horizonte, 2014.

ARIS – Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento. Disponível em: <<http://www.aris.sc.gov.br/biblioteca>>. Acesso em: 05/09/2015.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de Junho de 2010.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico**. coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília: Editora, 2009 (v.1).

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico**. coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília: Editora, 2009 (v.3).

CAERN – Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://www.caern.rn.gov.br/Index.asp>>. Acesso em: 05/09/2015.

CAESB. **Instruções para instalação de fossa séptica e sumidouro em sua casa**. Brasília: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Assessoria de Saneamento Rural.

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento. Disponível em: <<http://www.cesan.com.br/>>. Acesso em: 01/09/2015.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/>>. Acesso em: 01/09/2015.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Saneamento Domiciliar- Manual de instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa – Melhorias sanitárias domiciliares**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

GALVÃO JUNIOR, A.C. **Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil**. Revista de Administração Pública, 2009.

GALVÃO JUNIOR, A. C. et all. **A Informação no Contexto dos Planos de Saneamento Básico**. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2010.

GLÓRIA CONFORTO. **A regulação e a titularidade dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil**. Revista de Administração Pública, 2000.

HELLER, L.; CASTRO, J. E. **Política pública de saneamento: apontamentos teóricos conceituais**. Artigo Técnico, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil**. Rezende, S.C. (org.); Andrade Neto, C. O.; Campos, H. K. T.; Castro, J. E.; Cordeiro, B.; Galvão, E. A.; Galvão, A. K. A.; Gorsdorf, L. F.; Inojosa, R. M.; Montenegro, M. H.; Moraes, A. C. R.; Moura, R. M. G. R.; Paim, J. S.; Peixoto, J. B.; Souza, C.; Teixeira, J. B.; Wartchow, D., (autores). Brasília: 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília. 2013.

MIRANDA, M. P. S. **Poluição em Decorrência do Lançamento em Cursos D'água de Esgotos Sanitários sem Prévio Tratamento: Aspectos Jurídicos e Atuação do Ministério Público**. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_25.pdf>. Acesso em 09/09/2015.

PACHECO, E.J. **Tratamento de Esgoto Doméstico. 5ed**. Rio de Janeiro. 2009.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Fortaleza. 2014. Disponível em: <http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/diagnostico_ses_pmf_completo.pdf>. Acesso em: 12/09/2015.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_impacto.pdf>.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

SABESP. **Manual do usuário**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/manual_usuario_sabesp.pdf>.

SABESP. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/sabesp/albums/>>. Acesso em: 03/09/2015.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/>>. Acesso em: 05/09/2015.

SNIS- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos- 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 05/09/2015.

SOARES, S. R. A. et all. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2002.

SPERLING, V.M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ed**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

TRATA BRASIL. **Saneamento e Saúde**. Disponível em: 2007.

TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**. 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>> Acesso em: 14/09/2015.

TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento**. 2014. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/expansao/Beneficios-Economicos-do-Saneamento.pdf>>. Acesso em: 14/09/2015.

TRATA BRASIL. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/galeria-de-fotos>>. Acesso em: 05/09/2015.

TRATA BRASIL. **Ociosidade das redes de esgotamento sanitário no Brasil**. 2015. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ociosidade/relatorio-completo.pdf>>. Acessado em: 14/05/2015.

TSUTUYIA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário. 3 ed**. Riode Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.

ANEXO I

CICLO BIOGEOQUÍMICO

Além da água, na natureza, existem elementos químicos que são essenciais para a manutenção da vida na Terra, a exemplo do oxigênio, nitrogênio, carbono, cálcio, fósforo, enxofre, dentre outros. Para garantir a sobrevivência dos seres vivos, esses elementos vão e vem formando um ciclo dinâmico de processos naturais.

Neste ciclo, os elementos químicos tendem a circular na biosfera em vias características, do ambiente (GEO) aos organismos (BIO) e destes, novamente, ao ambiente e por esta razão é denominado ciclo BIOGEOQUÍMICO.

Nas questões relativas aos quatro componentes do saneamento básico, é essencial a compreensão do funcionamento dos ciclos para possibilitar um melhor monitoramento da poluição difusa, o estabelecimento de técnicas mais apropriadas para o manejo desses componentes, considerando a sustentabilidade no uso racional de recursos naturais.

Ciclo do Carbono

O carbono é um elemento químico de fundamental importância para os seres vivos, uma vez que participa da composição química de componentes orgânicos e inorgânicos. Na atmosfera, encontra-se na forma de dióxido de carbono (CO_2).

As plantas utilizam o CO_2 e o vapor d'água atmosférico para, na presença da luz solar, sintetizar compostos orgânicos de carbono, hidrogênio e oxigênio (fotossíntese). Por meio da fotossíntese e da respiração, o carbono passa de sua fase inorgânica à fase orgânica e volta para a fase inorgânica, completando, assim, seu ciclo.

Sem a presença da luz solar, certas bactérias também sintetizam material orgânico a partir do CO_2 e da água. Neste processo (quimiossíntese) substâncias orgânicas são fabricadas a partir do CO_2 . Os compostos orgânicos comumente formados são os açúcares (carboidratos), e além deles, as plantas são capazes de produzir proteínas, lipídeos e ceras em geral.

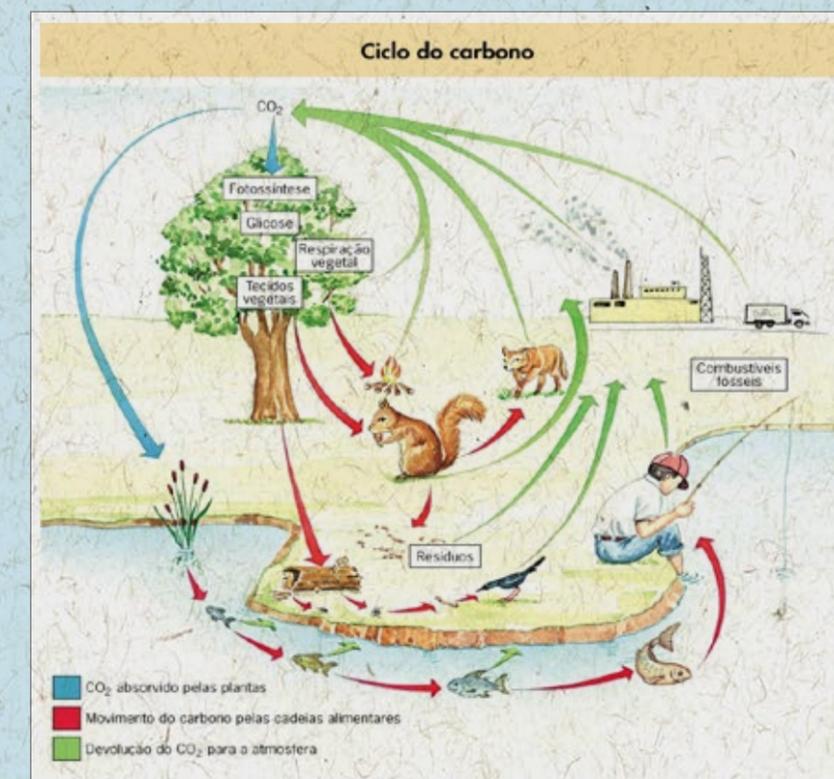
Em seu ciclo, o carbono das plantas pode seguir três caminhos:

- pela respiração é devolvido na forma de CO_2 ;
- passa para os animais superiores por meio da cadeia alimentar;
- pela morte e decomposição dos vegetais, volta a ser CO_2 .

O carbono é adquirido pelos animais, de forma direta ou indireta durante sua alimentação. Assim, os animais herbívoros recebem dos vegetais os

compostos orgânicos e, em seu metabolismo são capazes de sintetizar e até transformá-los em novos produtos. O mesmo ocorre com os animais carnívoros, que se alimentam dos herbívoros e assim sucessivamente. Nos animais, o carbono pode seguir três caminhos:

- respiração é devolvido na forma de CO_2 ;
- passagem para outro animal, por meio da nutrição;
- pela morte e decomposição dos animais, volta a ser CO_2 .



Ciclo no Nitrogênio

O nitrogênio é um elemento químico que compõe duas classes de moléculas orgânicas: proteínas e ácidos nucleicos (essenciais aos seres vivos). Embora esteja presente em grande quantidade na atmosfera (cerca de 79%), na forma de N_2 , poucos seres vivos o assimilam nessa forma.

Apenas alguns tipos de bactérias, principalmente cianobactérias, conseguem captar o N_2 utilizando-o na síntese de moléculas orgânicas nitrogenadas.

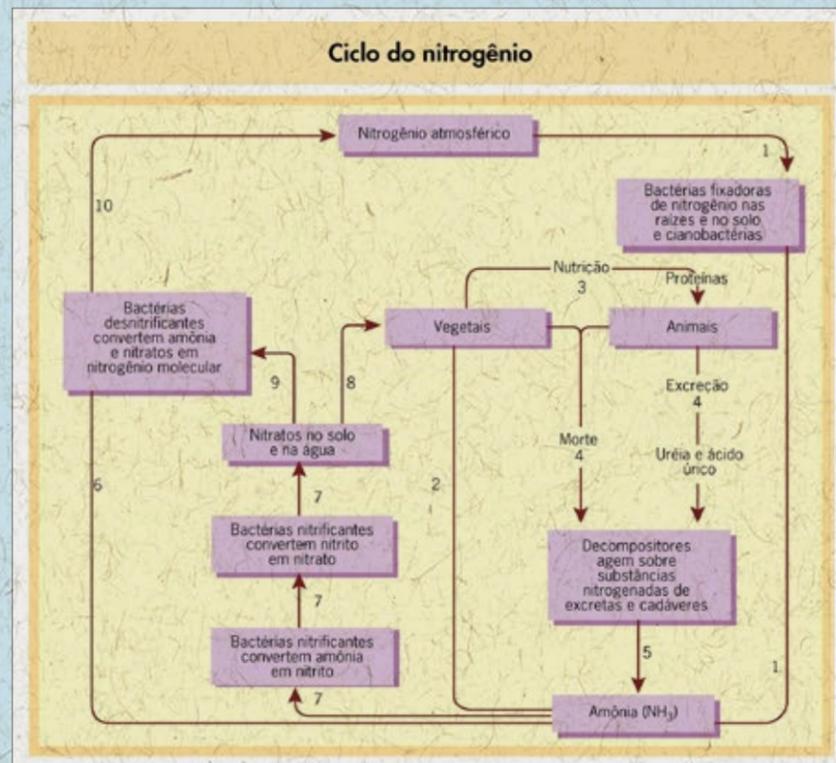
O nitrogênio utilizado pelos seres vivos é o combinado com o hidrogênio na forma de amônia (NH_3). A transformação do N_2 em NH_3 é chamada fixação.

A fixação do nitrogênio realizada por bactérias, algas azuis e fungos que vivem livres no solo ou associados às raízes das plantas é denominada fixação biológica ou biofixação.

Quando os decompositores começam a atuar sobre a matéria orgânica nitrogenada (proteína de húmus, por exemplo), liberam diversos resíduos para o ambiente, entre eles a amônia (NH_3). Combinando-se com a água do solo, a amônia forma o hidróxido de amônio que, ao se ionizar produz o íon amônio (NH_4^+) e hidroxila.

A oxidação dos íons amônio produz nitritos como resíduos nitrogenados, que por sua vez são liberados para o ambiente ou oxidados a nitrato. A conversão dos íons amônio em nitrito e nitrato é conhecida por nitrificação, que ocorre pela ação de bactérias nitrificantes.

Nitratos quando liberados para o solo, podem ser absorvidos e metabolizados pelas plantas e o nitrogênio absorvido pelo homem e animais, retorna ao ambiente por meio de suas excretas, pelo processo de decomposição. As excretas nitrogenadas (ureia e ácido úrico) são transformadas em amônia por bactérias e fungos decompositores. Esses organismos também degradam as substâncias contidas no corpo de organismos mortos, transformando-as em amônia. A amônia prossegue o ciclo sendo transformada em nitrito e nitrato pelas bactérias nitrificantes ou em nitrogênio (N_2) por bactérias desnitrificantes.

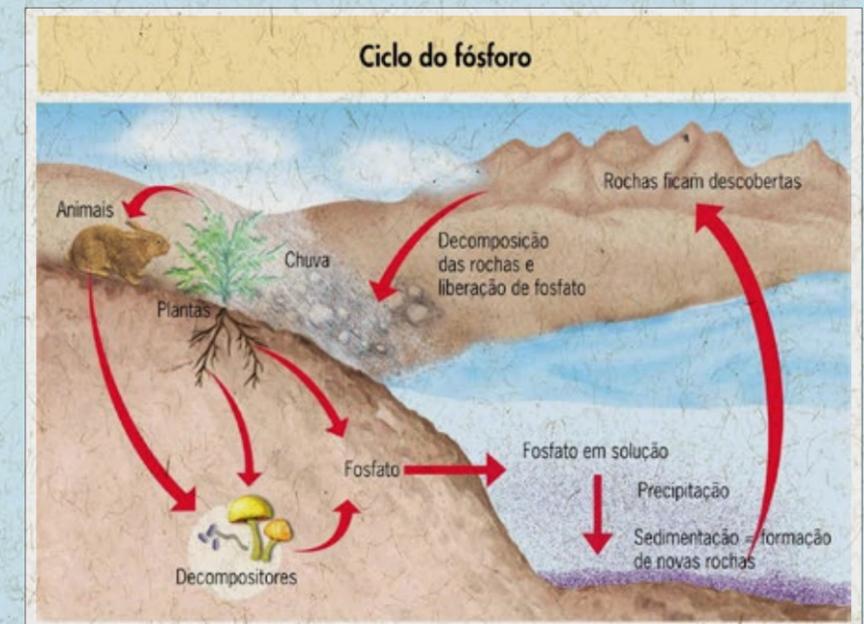


Ciclo do fósforo

O fósforo é um elemento químico que participa estruturalmente de moléculas fundamentais do metabolismo celular, como fosfolipídios, coenzimas e ácidos nucleicos. É um nutriente limitante ao crescimento das plantas, principalmente no meio aquático.

Os grandes reservatórios de fósforo são as rochas e outros depósitos formados durante as eras geológicas. Esses reservatórios, devido ao intemperismo (processo de transformação e desgaste das rochas e dos solos, através de processos químicos, físicos e biológicos), pouco a pouco fornecem o fósforo para o ecossistema, onde é absorvido pelos vegetais e posteriormente transferido aos animais superiores e, por consequência, ao homem, pela cadeia alimentar.

O retorno do fósforo ao meio ocorre pela ação de bactérias fosfolizantes, atuando nas carcaças de animais mortos. O fósforo retorna ao meio na forma de composto solúvel, sendo, portanto facilmente carregado pela chuva para os lagos e rios e destes para os mares.



CRÉDITOS

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Márcio Endles Lima Vale - Presidência
Antonio Arnaldo Alves de Melo - Diretoria Executiva
Patricia Valéria Vaz Areal - Departamento de Engenharia de Saúde Pública
Thiago Martins Milhim - Departamento de Administração
Dayany Schoecher Salati - Coordenação de Assistência Técnica à Gestão em Saneamento
Clesivânia Santos Rodrigues - Coordenação de Assistência Técnica à Gestão em Saneamento
Nilton José de Andrade - Superintendente Estadual do Espírito Santo
Noel Carlos Fernandes Freire - Coordenador do Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica do Espírito Santo
Maria de Fátima Oliveira Chaves - Superintendente Estadual Substituta do Maranhão
Raimundo Rodrigues dos Santos Filho - Coordenador do Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica do Maranhão

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Sidney Luiz de Matos Mello - Reitoria
Antonio Claudio Lucas da Nóbrega - Vice-reitoria
Estefan Monteiro da Fonseca - Coordenação Geral
Jefferson Ribeiro Fernandes - Coordenação de Mobilização Social e Institucional
Juliana Cerqueira Pamplona Silva - Coordenação Adjunta de Mobilização Social

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL

Karin Schipper Segala - Coordenação Técnica
Silvia Martarello Astolpho - Coordenação Técnica
Leonardo Hasenclever de Lima Borges - Revisão

Projeto gráfico e diagramação - Disarme Grafico
Impressão - Grafitto
Impresso no Brasil
Junho de 2016

Esta publicação compõe a coleção de cinco Cadernos Metodológicos elaborados como material didático do Projeto "Fortalecendo capacidades municipais para elaboração, implementação e gestão de Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos", realizado por meio do **Termos de Execução Descentralizada (TED 01/2014 e TED 03/2014)** assinado entre a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) dos Estados do Maranhão e Espírito Santo, respectivamente e a Universidade Federal Fluminense (UFF). Leia também outros quatro cadernos - Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas; Abastecimento de Água potável; Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos e Mobilização Social.



Fundação
Nacional
de Saúde



CONTATOS

0800 940 1288

CONTATO@SANEAMENTOMUNICIPAL.COM.BR

WWW.SANEAMENTOMUNICIPAL.COM.BR



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA