

# **SANEAMENTO AMBIENTAL: BASES**

## **TÉCNICAS E JURÍDICAS**

### **INTRODUÇÃO**

**Meio ambiente** é o conjunto de interações e inter-relações do meio biótico com o meio abiótico, formando vários sistemas que interagem entre si.

De acordo com o site BRASILESCOLA<sup>1</sup>, **poluição** é a degradação do ambiente, por um ou mais fatores prejudiciais à saúde deste. Ela pode ser causada pela liberação de matéria ou de energia (luz, calor, som), que, comumente são chamados de poluentes.

Entende-se por **poluição ambiental** a ação do homem, transformando a estrutura físico-químico-biológica do meio, e rompendo, dessa maneira, o equilíbrio ecológico de um dado sistema.

Conforme Organização Mundial de Saúde (OMS), **saneamento** é o controle de todos os fatores do meio físico, produzidos pelo homem, que exercem ou possam exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social de dada população.

Sanear quer dizer tornar são, sadio, saudável. O conceito de saúde entendido como um estado de completo bem estar físico, mental e social, não restringe o problema sanitário ao âmbito das doenças. Hoje, além das ações de prevenção e assistência, considera-se cada vez mais importante atuar sobre os fatores determinantes da saúde. É este o propósito da promoção da saúde, que constitui o elemento principal das propostas da Organização Mundial de Saúde e da Organização Pan-Americana de Saúde (Opas), ou seja, a poluição do meio ambiente.

<sup>1</sup> <http://brasilescola.uol.com.br/biologia/poluicao.htm>

No Brasil, segundo o **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016)**, dos 5.570 municípios, 5.172 forneceram informações acerca da distribuição de água, representando 92,85% da população urbana, e 4.084 sobre coleta e tratamento de esgotos (72,32% da população urbana). A TABELA 01 dá um diagnóstico preliminar sobre a situação brasileira em 2016.

TABELA 01 – Panorama do Brasil em relação ao saneamento básico em 2016

	%	Água	Esgoto	BRASIL
Nº Municípios	92,85	5.172	4.084	<b>5.570</b>
População atendida	82,94	170.932.110	162.139.979	<b>206.081.432</b>
População desassistida	17,06	-	-	<b>35.149.322</b>

Fonte: IBGE (2016), SNIS (2016).

A TABELA 02 mostra com mais detalhes as informações acima.

TABELA 02 – Distribuição dos municípios que forneceram informações para o SNIS (2016)

REGIÃO	POPULAÇÃO	ATENDIMENTO COM REDE (%)									
		Água			Coleta de esgoto		Tratamento de esgoto		Consumo médio percapita (l/hab.dia)		
		Urbano	Total	Perdas	Urbano	Total	Coletado	Tratado	Últimos 3 anos (A)	2016 (B)	Variação (B/A)
Centro-Oeste	15.660.988	97,7	89,7	35,0	56,7	51,5	92,1	52,6	156,1	148,5	-4,9
Nordeste	56.915.936	89,3	73,6	46,3	34,7	26,8	79,7	36,2	120,3	112,5	-6,5
Pernambuco	9.473.266	90,0	80,1	52,6	40,0	20,1	26,4	21,7	104,0	92,3	-11,3
Bacia do Rio Capibaribe	3.663.799	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norte	17.707.783	67,7	55,4	47,3	13,4	10,5	81,0	18,3	154,8	154,5	-0,2
Sudeste	86.356.952	96,1	91,2	34,7	83,2	78,6	69,0	48,8	186,0	179,7	-3,4
Sul	29.439.773	98,4	89,4	36,3	49,0	42,5	92,9	43,9	150,7	144,2	-4,3
<b>Brasil</b>	<b>206.081.432</b>	<b>93,0</b>	<b>83,3</b>	<b>38,1</b>	<b>59,7</b>	<b>51,9</b>	<b>74,9</b>	<b>44,9</b>	<b>160,8</b>	<b>154,1</b>	<b>-4,2</b>

Fonte: IBGE (2016), SNIS (2016), FIGUEIREDO e FERREIRA (2017).

Da TABELA 03 depreende-se que fica visível a falta de informações consistentes sobre a Bacia do Rio Capibaribe. Isso posto, esse Projeto tem como finalidade principal coletar os dados constantes na citada tabela, junto às cidades que compõem a Bacia para implementar estratégias de melhoria ambiental do Rio e qualidade de vida da população que vive e depende do mesmo.

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

## BASE JURÍDICA

- **FEDERAL**

A Constituição Federal determina a competência comum da **União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios** para proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas (**Art. 23, Inciso VI**).

É essencial, ainda, destacar o **Art. 225** da Carta Magna, segundo o qual:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

No mesmo artigo, insere-se o **§ 3º**, segundo o qual:

As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

No que se refere à legislação infraconstitucional, pode-se mencionar a **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981, que “dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”, a qual determina a obrigatoriedade de licenciamento ambiental junto ao órgão competente (Federal, Estadual, Municipal) para a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.

A **Lei 11.445**, de 05 de janeiro de 2007, estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico, e determina que os municípios elaborem seus planos de saneamento, dentro de uma visão integrada com a participação da sociedade. Estes planos devem abranger os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, limpeza urbana e manejo dos resíduos

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

sólidos, a serem realizados de forma adequada, atendendo a saúde pública e a proteção do meio ambiente sob os seguintes princípios:

- Universalidade

Esse princípio visa garantir que todos tenham acesso aos serviços de saneamento básico, dentro do menor prazo possível.

- Integralidade das ações

Deve-se contemplar o conjunto de serviços de saneamento básico, atendendo a população conforme suas necessidades e objetivando obter o máximo de eficácia das ações e resultados.

- Equidade

O princípio da equidade enseja que todos recebam os serviços com o mesmo nível de qualidade sem que haja qualquer restrição ou discriminação exceto quando se priorizar o atendimento à população de menor renda.

- Integração

Integrar os diferentes setores afins da área de saneamento tais como: desenvolvimento urbano, a saúde pública, áreas ambientais e de recursos hídricos, entendida como indispensáveis para se atingir o pleno êxito das ações.

- Participação e controle social

Garantir a participação popular como requisito indispensável para tornar legítima a consolidação das políticas públicas de saneamento.

- Promoção da Saúde Pública

Garantir que os serviços que integram o saneamento básico tenham qualidade e quantidade suficientes para a promoção da saúde pública e controle da poluição ambiental.

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

- Promoção da Educação Sanitária e Ambiental

Contemplar ações de educação sanitária e ambiental, de forma a disseminar comportamentos mais positivos quanto ao meio ambiente, e incorporar programas de comunicação social para atendimento ao cidadão.

- Orientação pelas Bacias Hidrográficas

Buscar a integração das infraestruturas e serviços de saneamento básico, com a gestão dos recursos hídricos pelas bacias hidrográficas do município. Esse princípio visa à melhoria da qualidade dos corpos d' água e a integração homem - meio ambiente.

- Sustentabilidade

As tecnologias devem ser apropriadas a cada realidade do ponto de vista sociocultural e ambiental, de forma a se obter eficácia na utilização e operação das obras e serviços implantados e eficiência no processo de implementação com relação aos custos e ao cronograma físico e financeiro.

- Proteção ambiental

Garantir que os recursos hídricos terão capacidade de atender à demanda para o abastecimento de água da população, sem comprometer a manutenção dos ecossistemas locais.

- Informação tecnológica

Incorporar temas que apresentem viabilidade técnica e operacional, conciliando a gestão eficiente e economicamente viável.

- Gestão pública

Desenvolver gestão pública que contemple ações que envolvam a questão intersetorial e de entrelaçamento bem como a adoção de políticas públicas específicas incluindo uma abordagem interdisciplinar.

Conforme a Lei, é de competência do titular a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que poderá ser específico para cada serviço, desde que haja a consolidação e compatibilização dos planos específicos de cada serviço que deverão ainda ser compatíveis com o Plano de Bacias Hidrográficas em que estiverem inseridos.

O PMSB deve refletir as necessidades e os anseios da população, devendo, para tanto, resultar de um planejamento democrático e participativo para que atinja sua função social. O planejamento dos serviços integrantes do saneamento básico tem por finalidade a valorização, a proteção e a gestão integrada, assegurando a compatibilização com o desenvolvimento local e regional.

Os resíduos líquidos ou **esgotos sanitários** segundo a **NORMA NBR 9.648** (ABNT, 1986) têm como definição:

*Esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição parasitária.*

A **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005 diz:

**Art. 14.** As águas doces de classe 1 (um) observarão as seguintes condições e padrões:

- I. Condições de qualidade de água:
  - a) Não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.
  - b) Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
  - c) Óleos e graxas: virtualmente ausentes;
  - d) Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
  - e) Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

- f) Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) Coliformes termo tolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na **Resolução CONAMA nº 274**, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termo tolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A **E. Coli** poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termo tolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;
- j) Turbidez: até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) Cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.

**Art. 24.** Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

- **ESTADUAL**

O **Decreto nº 18.251** de 21 de dezembro de 1994, diz:

**Art. 38** Os despejos a serem lançados na rede de esgotos deverão atender aos requisitos fixados pela COMPESA.

§ 1º Em hipótese alguma serão admitidos na rede de esgotos lançamentos de despejos que contenham substâncias que, por sua natureza, possam danificá-la, ou interfiram nos processos de tratamento ou que possam causar danos ao ambiente, ao patrimônio público ou a terceiros.

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

- **MUNICIPAL**

A **Lei 16.243** (município de Recife) de 13 de setembro de 1996, diz:

**Art 29.** À toda população do Recife será assegurado o acesso a um sistema de coleta e tratamento adequado de esgotos sanitários como direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, que lhe propicie uma sadia qualidade de vida.

**Art 31.** Nos locais onde houver rede pública de abastecimento de água e/ou coleta de esgotos, as edificações novas ou mesmo as já existentes serão, obrigatoriamente, a ela interligadas, sob pena de incidir o responsável nas sanções previstas em lei ou regulamento.

Parágrafo Único - São proibidas: a introdução direta de esgotos sanitários e outras águas residuais nas vias públicas e/ou em galerias pluviais; a introdução direta ou indireta de águas pluviais em canalizações de esgotos sanitários.

**Art 33.** As empresas ou instituições que executarem ou instalarem empreendimentos de grande porte deverão tratar seu esgoto sanitário, quando não existir sistema público de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgotos ou quando houver incompatibilidade das características físico-químicas e/ou biológicas de seus efluentes com aquelas das estações de tratamento a que se destinem.

Parágrafo Único - Para a instalação dos empreendimentos de grande porte previstos no "caput" deste Artigo será exigida a aprovação do seu sistema de tratamento de efluentes pelo órgão competente.

## **BASE TÉCNICA**

As principais características dos esgotos domésticos, de modo que se possa estimar o impacto de tais efluentes líquidos teriam, se lançados sem tratamento nos corpos receptores, são (TABELA 03):

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**



TABELA 03 – Principais características dos esgotos domésticos

Vazão.....	180 L/hab/dia
DBO <sub>5</sub> .....	300 mg/L
DBO <sub>5</sub> (contribuição diária).....	54 g/hab/dia
Sólidos não filtráveis.....	300 mg/L

Fonte: PEREIRA SOBRINHO (2010, p. 21).

Vale a pena salientar que o tratamento químico através de cloro tem sua eficiência comprovada cientificamente em até 70% do volume do esgoto, necessitando, com isso, de uma segunda fase. Essa segunda fase, via de regra, é biológica, onde o sistema mais comum é o lodo suspenso ou ativado. Essa fase, se bem executada, consegue atingir um índice de até 95% de eficiência, podendo o efluente ser lançado em curso d'água sem maiores problemas, se não houver a presença de coliformes fecais no esgoto.

Caso haja a presença de coliformes fecais, necessariamente terá que haver uma terceira fase, de desinfecção, que, nesse caso, é física, onde, os tratamentos mais comuns são radiação ultravioleta e osmose reversa ou ambos. Essa atitude é necessária, pois, se sobrar uma única bactéria, após o tratamento, será suficiente para que o mesmo (tratamento) não tenha êxito algum. É simples compreender esse fato porque a bactéria se multiplica de forma exponencial.

Como exemplo ilustrativo vem o questionamento: em um dia (24h), qual a quantidade de *E. coli* encontrada em uma amostra de água tratada com 99,99% de eficiência despejada em um curso d'água classe 1?

Dados:

- Suponha que sobrou apenas uma bactéria;
- A cada 20min há uma divisão binária;
- Tempo de vida médio: 20 gerações.

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

TEMPO (min)	Nº BACTÉRIAS	TEMPO (min)	Nº BACTÉRIAS
20	1 → 2	180	16 → 32
60	4 → 8	240	32 → 64
120	8 → 16	1440	$2^{72} = 4,72237 \cdot e^{21}$

O modelamento matemático sugerido para o cálculo exato da população da E. coli é o seguinte (ROBAZZA; TELEKEN; GOMES, 2010):

$$N(t) = \left[ \frac{e^{\int_0^t [\mu_{0(m+1)} + \alpha(t) N_0^{m+1}] dt}}{\frac{1}{N_0^{m+1}} + \int_0^t \alpha(t) \cdot e^{\int_0^t [\mu_{0(m+1)} + \alpha(t) N_0^{m+1}] dt}} \right]^{\frac{1}{m+1}},$$

$$\text{onde: } \alpha(t) = \{b[T(t) - t_{min}][1 - e^{c(T(t) - T_{max})}]\}^{-2}$$

Hoje, já existem estações de tratamentos compactas que respondem bem aos tratamentos primário e secundário, sendo dimensionadas de acordo com o número de pessoas do condomínio (a menor para 500 pessoas).

FIGURA 01 - Estação de tratamento de efluentes compacta.



Fonte: ROBAZZA; TELEKEN; GOMES (2010).

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

A Osmose Reversa (R.O) é um processo de separação que usa pressão para forçar uma solução através de uma membrana que retém o soluto em um lado e permite que o solvente passe para o outro lado.

FIGURA 02 - Planta de Osmose Reversa.



Fonte: Majop.

A radiação UV usada para desinfecção é gerada artificialmente por lâmpadas de vapor de mercúrio. Quando penetra no corpo dos microrganismos altera seu código genético e impossibilita a reprodução.

A radiação UV possui alta eficiência, mantém as características naturais da água como sais minerais e propriedades físico químicas, não necessita de transporte e manuseio de produtos tóxicos e possui rápida ação na descontaminação.

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

FIGURA 03 - Lâmpada Ultra Violeta (UV).



Fonte: Bioproject (Edital nº 36).

## CONCLUSÕES

O **saneamento ambiental**, quando não executado com responsabilidade, passa a ser o principal fator de degradação, pois, diferente de outros problemas ambientais, como por exemplo uma queimada, um lixão, uma voçoroca de grande escala ou um desmatamento, é silencioso, geralmente não tem exposição na mídia e, quando exposto, a reversão do quadro, é muito dispendioso financeiramente. Portanto, cabe ao poder público e a cada cidadão tornar-se consciente de sua função dentro da sociedade em que vive (meio ambiente) e tratar com respeito cada ser vivo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Referências bibliográficas:** NBR 9.648. Rio de Janeiro, 1986.

BIOPROJECT. **Desinfecção da água.** Edital nº 36.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.**

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 31 ago. 1981.

BRASIL. Lei do Saneamento Básico. **Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, 5 jan. 2007.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. 2016.

MAJOP. **Osmose Reversa – Conheça este processo de prevenção de água**.

PEREIRA SOBRINHO, J.C. Estudo de caso 01 - Contaminação do Igarapé dos Papagaios, afluente do Rio Jamari, município de Ariquemes (janeiro de 2010). In: PEREIRA SOBRINHO, J.C. **Meio ambiente sustentável: um raio x ambiental**. Recife: Livro Rápido, 2010. p. 20-34.

PERNAMBUCO. **Decreto nº 18.251 de 21 de dezembro de 1994**. Aprova o regulamento geral do fornecimento de água e da coleta de esgotos, realizados pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA. Recife, PE, 21 dez. 1994.

RECIFE. **Lei 16.243 de 13 de setembro de 1996**. Estabelece a Política do Meio Ambiente da cidade do Recife e consolida sua legislação ambiental, mediante a instituição do Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico da cidade do Recife. Recife, PE, 13 set. 1996.

ROBAZZA, W.S.; TELEKEN, J.T.; GOMES, G.A. Modelagem Matemática do Crescimento de Microrganismos em Alimentos. Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional. 2010.

**JOSÉ CÍCERO PEREIRA SOBRINHO**  
**MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**PERITO AMBIENTAL**