

Escola de Engenharia de Lorena – EEL/USP



**TRATAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUÁRIAS (LOB1225)**

Aula 2

Poluição das águas e saneamento

Prof. MSc. Paulo Ricardo Amador Mendes



Introdução

- Desenvolvimento da humanidade: disponibilidade de recursos;
- Fontes de energia: qualidade e quantidade.
 - Luz solar;
 - Ar;
 - Água;
 - Alimento.



Introdução

- Homem: “esbanjador” – geração de resíduos;
 - Esgoto;
 - Lixo;
 - Partículas no ar.
- Ficar próximos a fontes X Afastar ou condicionar resíduos gerados.



Introdução

- Comodismo natural: fonte de energia e resíduos;
 - Fontes impuras;
- Meio ambiente: Elementos e fatores indispensáveis a vida;
- Poluição do meio ambiente: matéria rejeitada sobre as fontes de energia;
- Impactos ambientais e poluição existem desde o início da humanidade;
- Evolução tecnológica: problemas evidentes.



Introdução

- Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) – Lei 6938/1981;
 - Poluição: Degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:
 - Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
 - Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
 - Afetem desfavoravelmente a biota;
 - Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
 - Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.



Introdução

- Agravamento das fontes de energia a estados impuros;
- Autoconservação: Sistemas de defesa;
 - Sistemas de abastecimento de água;
 - Sistema de coleta de esgotos;
 - Sistema de limpeza urbana;
 - Sistema de processamento de alimento;
 - Sistema de controle de poluição.



Introdução

- Solução de problemas: Ciências (Ecologia, Engenharia, Medicina, Farmácia, etc.);
- Saúde Pública (George Rosen (1994)¹): “quando da necessidade de se conter as epidemias, a partir da melhoria do ambiente físico, da provisão das águas, da assistência médica e de outras medidas.”

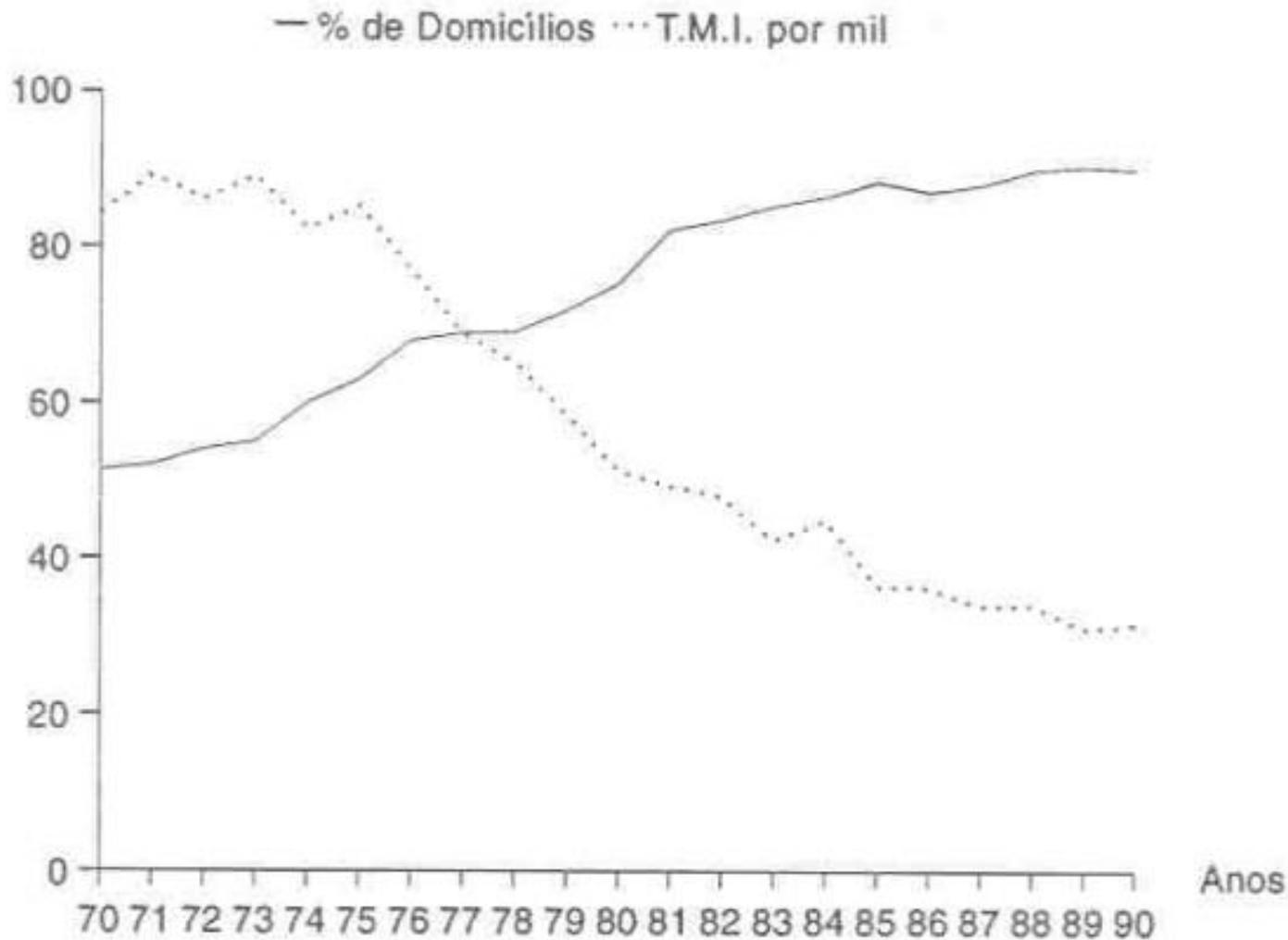
Fonte:

(1) ROSEN, G. **Uma história da saúde pública**. São Paulo: Hucitec, 1994.



Introdução

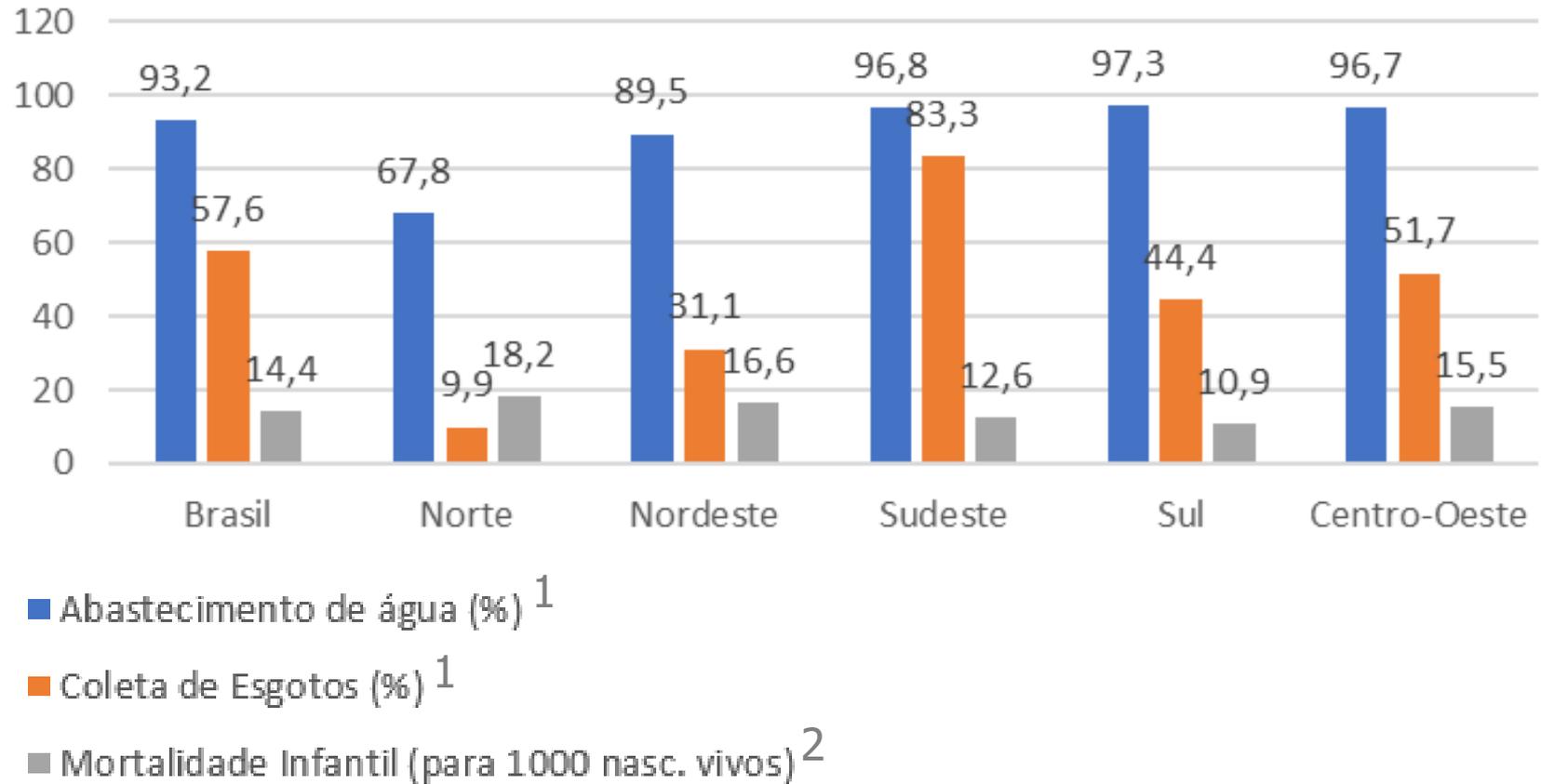
- Postura “antropocêntrica”: Ações que causam prejuízos ambientais.
- Saneamento (OMS): Controle de todos os fatores do meio físico do Homem que exercem ou podem exercer efeito contrário sobre seu bem-estar físico, social ou mental.”
- Relação entre saúde e saneamento;
 - Taxas de mortalidade x saneamento



Evolução da taxa de mortalidade infantil e da proporção de domicílios ligados à rede geral de água com canalização interna no estado de São Paulo de 1970-90.

Fonte: FERREIRA, C.E. de C. Saneamento e mortalidade infantil. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo. 6(4), p. 62-69, out/dez, 1992.

Saneamento e Mortalidade Infantil



Fonte:

(1) Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): **Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos**, 2014.

(2) Indicadores e dados básicos, Índices de Mortalidade, Ministério da Saúde, IDB-2013.



Benefícios do abastecimento de água à saúde pública

- **Enfermidades transmitidas pela água**
 - **Grupo de Doenças Infecciosas e Parasitárias (DIP);**
 - **Água contaminada: Doenças infecciosas intestinais**
 - **Brasil**
 - 1979: 10,26 % dos óbitos
 - 1995: 4,33 % dos óbitos
 - 2007: 4,00 % dos óbitos
 - **Grupos mais afetados: Crianças menores de 9 anos**



Poluição dos corpos d'água

- Alteração da qualidade da água;
 - Descarte de esgoto sem tratamento ou parcialmente tratado.
- Inconvenientes nos corpos d'água:
 - Matérias orgânicas solúveis: consumo oxigênio dissolvido, gosto e odor;
 - Matérias tóxicas e metais pesados: toxicidade e bioacumulação;
 - Cor e turbidez: estética;
 - Nutrientes (N e P): eutrofização de lagos e pântanos;



Poluição dos corpos d'água

- Inconvenientes nos corpos d'água:
 - Materiais refratários;
 - Óleos e materiais flutuantes: interferências estéticas e decomposição biológica;
 - Ácidos e bases: interferência no pH;
 - Substâncias que produzem odores: sulfetos;
 - Matérias em suspensão: bancos de lama nos rios e canalizações;
 - Temperatura: solubilidade de oxigênio dissolvido.



Poluição dos corpos d'água

- Fontes de poluição
 - Fontes naturais;
 - Águas de áreas agrícolas;
 - Águas servidas ou esgotos;
 - Fontes diversas.
- Características locais – uso de solo, topografia, ocupação ordenada do território, etc.
- Principal fonte: esgotos domésticos não tratados.



Esgotamento sanitário de água no Brasil (2014)

- Situação: Ruim

- Índice de atendimento da população: 49,8 %
- Índice de atendimento urbano: 57,6 %
- Ligações ativas de esgoto: 98,0 milhões
- Extensão da rede de esgotos: 270,66 mil km
- Volume de esgoto coletado: 5,36 bilhões m³
- Volume de esgoto tratado: 3,76 bilhões m³

Abastecimento de água no Brasil (2014)



- Situação: Razoavelmente boa
 - Índice de atendimento da população: 83,0 %
 - Índice de atendimento urbano: 93,2 %
 - Ligações ativas de água: 51,6 milhões
 - Extensão da rede de água: 586,17 mil km
 - Volume produzido de água: 15,991 bilhões m³
- Perdas de água
 - Brasil (valor médio): 36,7 %

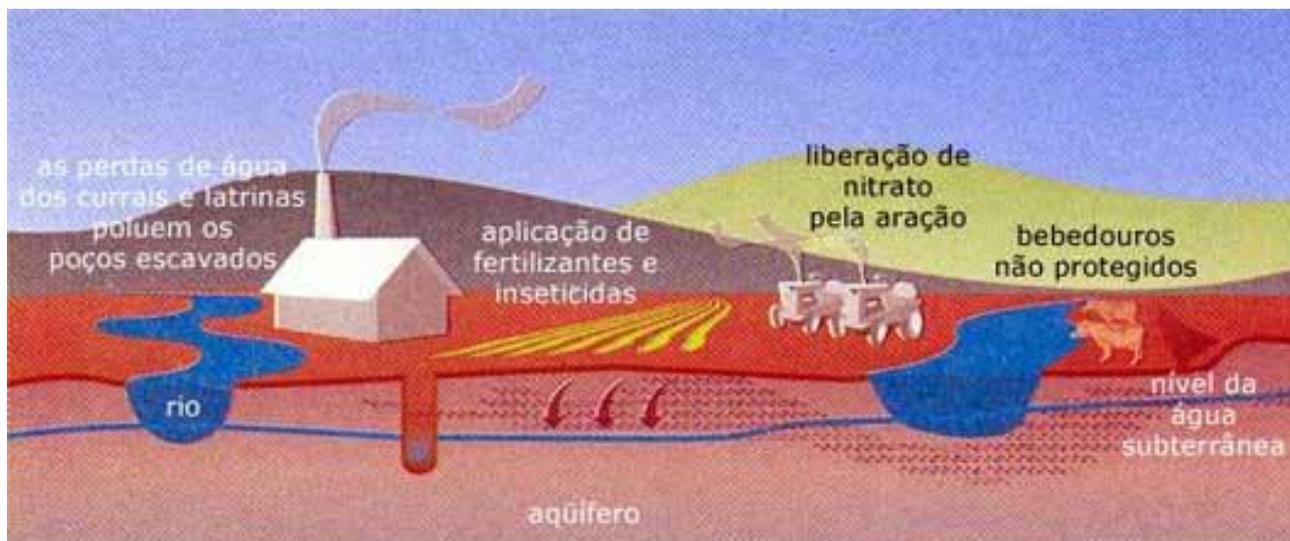


Poluição dos corpos d'água

- Fontes naturais de poluição
 - Pouca ou nenhuma relação com atividade humana;
 - Poluição atmosférica: origem natural (vento ou vulcânica) ou atividades industriais (trazida de outros locais);
 - Minerais dissolvidos: concentrações excessivas (dureza);
 - Dissolução de vegetação: alta demanda de oxigênio e cor elevada;
 - Floração aquática: fenômeno natural ou eutrofização acelerada (ambiente rico em nutrientes);
 - Escoamento superficial: contribui com uma parcela de poluição (erosão do solo) – arraste de partículas sólidas.

Poluição dos corpos d'água

- Poluição por contribuição de áreas agrícolas
 - Cultivo para agricultura: geração de vários tipos de poluição;
 - Menor importância: aumento de descarga sólida;
 - Maior importância: contribuição de pesticidas, herbicidas; fertilizantes e defensivos agrícolas.





Poluição dos corpos d'água

- Poluição por contribuição de águas servidas urbanas
 - Esgotos domésticos;
 - Esgotos industriais;
 - Esgotos pluviais;
 - Lodos das estações de tratamento de água.
- **Fontes pontuais:** 2 primeiros – diminuição de oxigênio nos cursos d'água e contribuição de sólidos, organismos patogênicos, nutrientes, metais pesados e diversas substâncias.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição por contribuição de águas servidas urbanas
 - **Fontes difusas:** esgotos pluviais – impacto significativo (ligada a rede de esgotos domésticos);
 - Lodos de ETAs – coagulantes químicos, sólidos sedimentados da água bruta e água de lavagem de filtros. Exigência ambiental: projetos para unidades de condicionamento e desidratação do lodo produzido.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição por causas diversas
 - Áreas de mineração: percolação de águas de áreas em atividade ou abandonadas (ácidos, metais, etc.);
 - Áreas de influência de aterros sanitários: lixiviado de aterros sanitários de lixo urbano (alta carga orgânica) e recebimentos de despejos perigosos (alta toxicidade);
 - Reservatórios de acumulação: deterioração da qualidade da água (floração de algas, eutrofização, acúmulo de descargas sólidas e anaerobiose no fundo do reservatório).



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial

- Quanto à natureza

- Físicos: sólidos em suspensão, sedimentáveis, flutuantes, calor;
 - Químicos: compostos orgânicos, inorgânicos, radioativos;
 - Biológicos: bactérias, vírus, protozoários, fungos, organismos patogênicos.

- Quanto à forma

- Sólidos: areia, cascalho, silte, argila, lodo, etc.;
 - Líquidos: esgotos sanitários, industriais, pluviais, lixiviados de áreas agrícolas, de aterros;
 - Gasosos: emitidos para a atmosfera.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial
 - Quanto ao tipo em geral
 - Substâncias tóxicas que afetam a saúde;
 - Substâncias que afetam a qualidade organoléptica;
 - Substâncias que consomem oxigênio;
 - Substâncias químicas refratárias;
 - Nutrientes;
 - Matéria sólida;
 - Organismos transmissores de doenças;
 - Substâncias radioativas;
 - Calor.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial
 - Substâncias tóxicas que afetam à saúde
 - Despejos industriais e de áreas agrícolas;
 - Compostos inorgânicos: metais pesados, cianetos, fluoretos, etc.
 - Compostos orgânicos: aldrin, dieldrin, benzenos, DDT, heptacloro, pentaclorofenos, etc.
 - Impactos desfavoráveis: vida aquática e consumidores destas águas ou dos peixes;
 - Efeitos imediatos ou de curta duração;
 - Efeitos crônicos pela acumulação no organismo por longos períodos;
 - Consequências genéticas para gerações futuras.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial
 - Substâncias que afetam a qualidade organoléptica
 - Cor, odor e sabor;
 - Afetada por várias substâncias (tensoativos, cloretos, alumínio, cobre, dureza, ferro, manganês, etc.
 - Substâncias que consomem oxigênio
 - Oxigênio dissolvido (OD): fundamental para a vida aquática;
 - 50 % da concentração de saturação – 4 mg L⁻¹;
 - Poluição orgânica: consumo de oxigênio para degradação pelos microorganismos;
 - Características dos esgotos, do corpo receptor – grau de tratamento necessário.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial
 - Substâncias químicas refratárias ou persistentes
 - Não são biodegradáveis;
 - Acúmulo no meio aquático até causar danos;
 - Duas categorias: não oferecem risco à saúde, mas efeitos estéticos desagradáveis (detergentes sintéticos não biodegradáveis) e os que oferecem risco à saúde (pesticidas e compostos tóxicos).



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial

- Nutrientes

- Nitrogênio (estuários) e fósforo (lagos): limitam o crescimento biológico;
 - Outros nutrientes: Carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, fósforo, enxofre e traços de vários outros;
 - Alta produtividade de algas em lagos e reservatórios;
 - Fator limitante ou fator limitante;
 - Necessidade de tratamento mais avançado (terciário) ou processo biológico mais completo.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial

- Matéria sólida

- Em função do tamanho: em suspensão, coloidais, dissolvidos, sedimentáveis, flutuantes e não sedimentáveis;
 - Efeitos:
 - Aumento de turbidez;
 - Impedimento à passagem de luz;
 - Formação de espuma superficial;
 - Formação de depósitos de lodo;
 - Geração de maus odores;
 - Diminuição do volume útil de reservatórios, lagos e baías;
 - Prejuízos às operações portuárias e de navegação;
 - Diversos outros inconvenientes.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial
 - Organismos transmissores de doenças
 - Contaminação \neq poluição;
 - Contaminação por organismos patogênicos: bactérias, vermes, vírus, protozoários;
 - Maior incidência de doenças;
 - Aumento de mortalidade infantil;
 - Redução de produtividade;
 - Redução da vida média;
 - Aumento dos custos hospitalares;
 - Incômodos próprios das doenças.
 - Doenças associadas ao uso da água: direto e indireto.



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial
 - Organismos transmissores de doenças
 - Contato – doenças infecciosas: via oral e cutâneo-mucosa.
 - Lançamento indiscriminado: aumento de organismos do grupo “coliforme” em 10^7 a 10^9 UFC/100 mL (fecais) e 10^9 a 10^{10} UFC/100 mL (totais), no esgoto bruto;
 - Por via oral: febre tifoide (*Salmonella thyphi*), febre paratifoide (*Salmonella parathyphi*), cólera (*vibrio cholerae*), desintéria bacilar (*shigella*), desintéria amebiana (*entamoeba histolytica*), hepatite infecciosa (vírus da hepatite), poliomielite.
 - Por via cutâneo-mucosa: esquistossomose (*schistossoma mansoni*).



Poluição dos corpos d'água

- Poluição em potencial
 - Poluentes radioativos
 - Casos muito específicos: geração de despejos radioativos.
 - Calor
 - Águas de refrigeração ou outras águas industriais;
 - Aumenta a taxa de desoxigenação nos corpos d'água;
 - Diminui a capacidade de transferência de oxigênio da atmosfera para o corpo d'água, reduzindo sua concentração de saturação.



Bibliografia

- JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**, 4 ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.