

# Concepção e arranjos de estações de tratamento de esgotos

Autores: Renato Carrhá Leitão e André Bezerra dos Santos

## Introdução

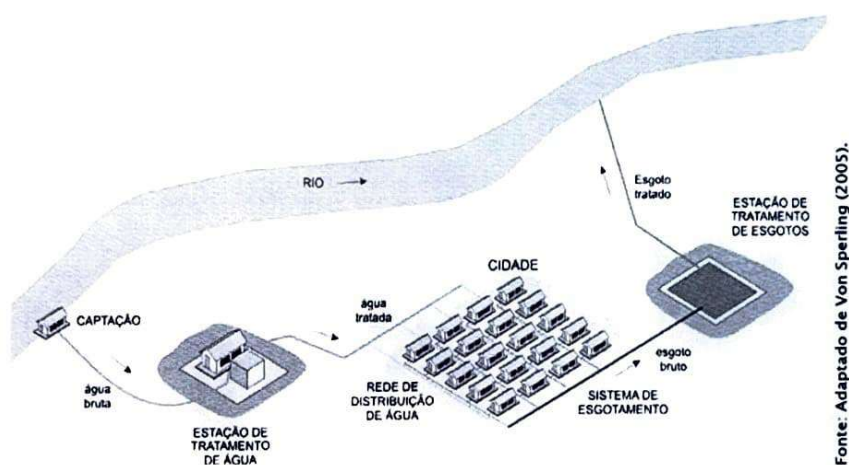
O estudo de concepção representa um dos aspectos mais importantes de qualquer obra de engenharia. O presente capítulo foi dividido em três partes: na primeira, apresentam-se aspectos gerais sobre a concepção de sistemas de esgotamento sanitário; na segunda parte, são abordados os elementos levantados no projeto de Estações de Tratamento de Esgotos; por fim, na terceira parte, são listados os principais desafios nos projetos de ETEs modernas.

## Concepção de Sistema de Esgotamento Sanitário

Tradicionalmente, os sistemas de esgotamento sanitário são constituídos por uma rede coletora, que conduz as águas residuárias das bacias de esgotamento. O esgoto é, geralmente, encaminhado ao tratamento por gravidade. Entretanto, em alguns casos, há necessidade de instalação de um sistema de recalque (estação elevatória e linha de recalque) nos pontos mais baixos de cada bacia, para conduzir os efluentes para a estação de tratamento. Posteriormente, os efluentes tratados são conduzidos por um emissário final para o corpo receptor. Essa concepção é denominada de sistema centralizado ou convencional de esgotamento sanitário, o qual é freqüentemente adotado no Brasil e no mundo. Esse tipo de concepção vem sendo contestado, tendo-se como alternativa o uso de sistemas descentralizados de esgotamento sanitário. A principal mudança está na diminuição da distância entre o ponto gerador de esgotos e o local de tratamento. Apresentam-se a seguir as principais vantagens e desvantagens das diversas concepções de sistema de esgotamento sanitário:

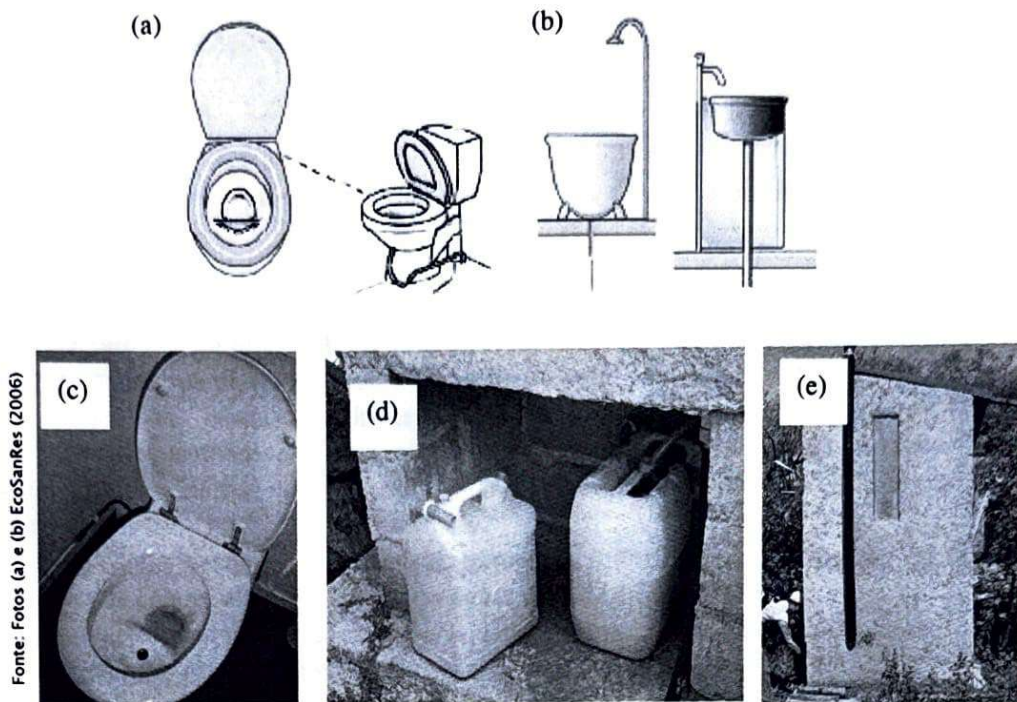
**Sistemas centralizados:** A principal vantagem está relacionada com a facilidade de controle do processo de tratamento dos esgotos, diminuindo custos de automação e pessoal. Porém, o transporte dos efluentes desde o ponto gerador até a ETE envolve elevados custos de investimentos (construção de estações elevatórias e linhas de recalque), manutenção e operação (pessoal para operar as elevatórias, peças de reposição e energia). A prática de reuso da água e nutrientes se torna muitas vezes inviável. Além disto, os impactos ambientais negativos no local de uma grande ETE são significativos (FERNANDES, 1997).

**Sistemas descentralizados:** como abordado anteriormente, a principal vantagem está relacionada com a diminuição dos custos de transporte dos efluentes decorrente da diminuição da distância entre o ponto gerador e à ETE. Por outro lado, diversas ETEs menores implicam, normalmente, em contratação de pessoal especializado para controle das mesmas. Além disto, os efluentes tratados devem ser dispostos em corpos receptores que nem sempre estão próximos do local de tratamento ou não tem capacidade de autodepuração.



**Figura 21.** Esquema do fluxo da água desde a sua captação até a Estação de Tratamento de Esgotos.

**Sistemas Domésticos:** Com a diminuição dos recursos naturais e o aumento da demanda por água, energia e nutrientes, diversos pesquisadores têm focado atenção em sistemas domésticos mais sustentáveis. Nesse âmbito, destaca-se o Saneamento Ecológico ou Ecosan, que consiste basicamente na separação das excretas (urina e fezes) na fonte e o seu subsequente tratamento e reuso.



**Figura 22.** Componentes do sistema Ecosan, constando da separação das fezes e urina (a) e separação das águas cinzas (b), vaso de descarga com separação da urina (c), coleta da urina (d), vista de um banheiro ecológico e do tubo de ventilação (e).

A urina é muito rica em nutrientes e contém menos metais pesados do que os fertilizantes artificiais, podendo, assim, vir a substituir os mesmos. Após estabilização das fezes, estas servem como um excelente condicionador do solo. Adicionalmente, o Ecosan prevê as modalidades de vaso sanitário seco e úmido e a separação e reuso das águas cinzas, isto é, aquelas provenientes de pias, banho, lavagem de roupas etc. (WINBLAD e SIMPSON-HÉBERT, 2004).



## Debate

- ✓ Você saberia dizer qual o sistema predominante na cidade sua cidade... centralizado ou descentralizado?
- ✓ Você conhece algum sistema descentralizado em sua cidade? Qual? Que tipo de tratamento é feito no efluente?

## Concepção de estações de tratamento de esgotos

### Introdução

O tratamento dos efluentes deve incluir a redução da concentração dos seguintes constituintes do esgoto:

**Sólidos em suspensão:** Trata-se de partículas macroscópicas e coloidais que conferem turbidez ao esgoto. Estes sólidos podem se acumular no corpo receptor, causando problemas de assoreamento e mau cheiro devido à decomposição.

**Matéria orgânica biodegradável:** Este material serve de alimento para os microrganismos aeróbios presentes no corpo de água, que consomem o oxigênio para estabilizar a matéria orgânica, e podem inviabilizar a vida de macro organismos na água.

**Nutrientes:** Uma descarga excessiva de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) pode conduzir à eutrofização das águas de superfície, fenômeno que resulta no crescimento acelerado de organismos aquáticos, especialmente algas. Durante o período noturno não há fotossíntese, mas as algas e as bactérias continuam a consumir oxigênio. Isso pode acarretar na diminuição da concentração de oxigênio a níveis que causem a morte de outros macro-organismos.

**Organismos patogênicos:** No esgoto doméstico ocorre presença de um grande número de diferentes microrganismos (vírus, bactérias, protozoários) e ovos de helmintos que podem causar doenças tais como: amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifóide e paratifóide, hepatite infecciosa, cólera, dentre outras doenças de veiculação hídrica.

### *Estudo de Concepção*

O sistema de tratamento de esgotos sanitários deve ser concebido levando-se em conta os aspectos:

- ✓ Físicos da região (clima, relevo, hidrologia, etc.).
- ✓ Social e urbano (interferência com infra-estrutura existente, desapropriações e reassentamento de população, conflitos de uso do solo e de água, espaço disponível para construção, transtornos decorrentes da geração de odores, disponibilidade de mão-de-obra especializada).
- ✓ Legal (classificação dos corpos receptores, exigências ambientais diversas, etc.).
- ✓ Ambiental (necessidade de desmatamento, alterações na qualidade dos recursos hídricos, etc.).
- ✓ Econômicos (volume de recursos disponível para investimento, operação e manutenção do sistema).
- ✓ Cultural (hábitos e costumes da população).
- ✓ Institucional (capacidade técnica, gerencial e operacional, recursos humanos, etc).

De uma maneira geral os sistemas de tratamento de esgoto sanitário são concebidos tendo como unidade central um reator biológico. Entretanto, em alguns casos, pode-se encontrar o reator biológico associado a alguma unidade de tratamento físico-químico. O uso de uma etapa biológica torna a ETE mais econômica, pois degrada parte da matéria orgânica em CO<sub>2</sub> e água (sistema aeróbio) ou CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> (sistema anaeróbio), que são liberados para a atmosfera, reduzindo o volume de sólidos a ser tratado e disposto.

A etapa biológica pode ser classificada segundo os microrganismos envolvidos em: processos aeróbios e anaeróbios. No entanto, as estações mais modernas aproveitam as vantagens dos sistemas anaeróbios (altas taxas de carregamento, espaço reduzido, baixa produção de lodo, pouca necessidade de energia e nutrientes, possibilidade de produção de energia através do biogás, etc.) e dos sistemas aeróbios (remoção de nutrientes, possibilidade de produzir efluentes com parâmetros compatíveis com a resolução do CONAMA, etc.).

Pode-se classificar o processo biológico segundo o tipo de reator empregado em: meio disperso, quando os microrganismos crescem e formam flocos ou grânulos; ou biomassa aderida, quando os microrganismos forma um biofilme na superfície de um meio suporte inerte (areia, pedra, plásticos com as mais variadas formas).

Os estudos para concepção de sistemas de tratamento de esgotos podem seguir as seguintes etapas (CETESB, 2007):

– **Diagnóstico do sistema existente.** Nesta etapa, deve-se descrever o sistema de saneamento existente no local, abrangendo tanto a infra-estrutura de abastecimento de água como a de esgotamento sanitário. Abastecimento de água: fonte hídrica (incluindo possíveis problemas de qualidade e quantidade de água), características da estação de tratamento de água, população atendida, características da rede de distribuição. Esgotamento sanitário: características da rede coletora, população atendida, características da(s) estação(ões) de tratamento de esgotos e corpos receptores, levantar dados sobre o desempenho dos sistemas e citar os principais problemas.

– **Estudo de alternativas.** Aqui são definidas as possíveis soluções técnicas para a estação de tratamento de esgoto, baseando-se nas características ambientais (clima, tipo de corpo receptor, geologia, topografia, etc.), na legislação pertinente, na realidade econômica e financeira do município, na disponibilidade de recursos humanos e de insumos.

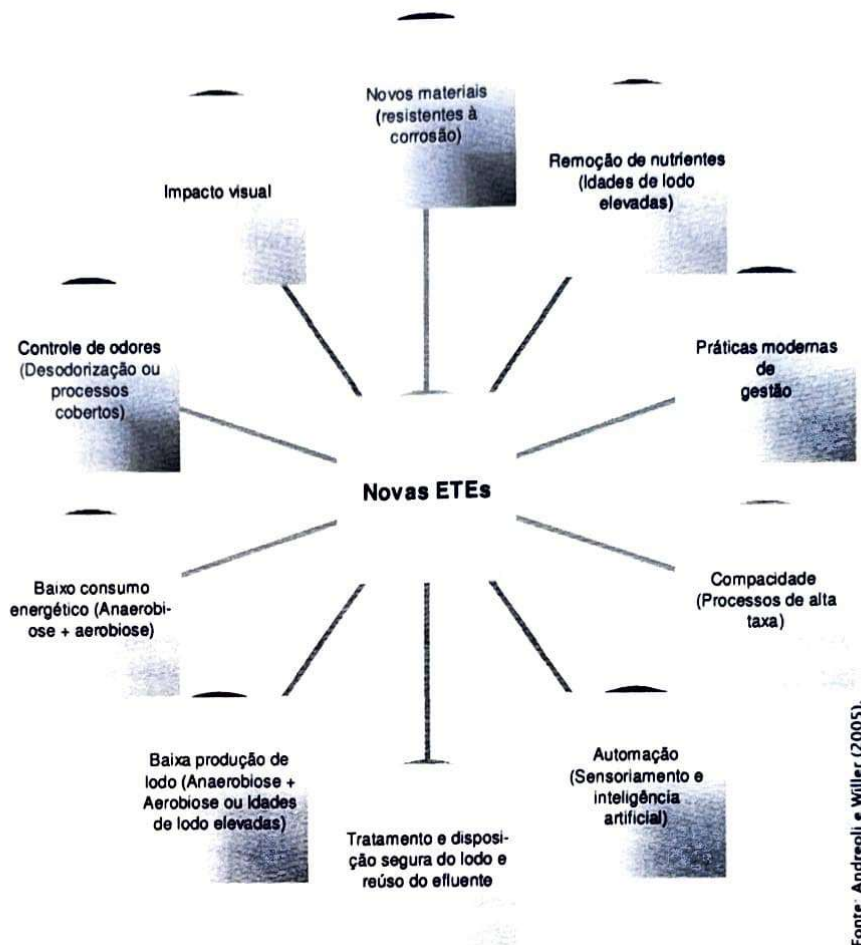
- **Definição da eficiência necessária para o tratamento.** A eficiência do tratamento deve ser compatível com a classe e a capacidade do corpo receptor, visando atender as normas ambientais vigentes.
- **Definição do número de estações.** O número de estações é função principalmente da topografia local, que estabelece o número de bacias de esgotamento, e da avaliação econômica. Em geral, sistemas descentralizados têm custo de investimento mais elevado. Porém, um sistema centralizado implica em elevado custo de operação devido ao transporte de efluentes.
- **Definição do(s) local(is) da(s) ETE(s).** Busca e avaliação do espaço disponível para implantação da ETE, incluindo sondagens e estudos geofísicos da área.
- **Definição das operações unitárias da(s) ETE(s).** Cada alternativa de ETE deverá ser mais bem detalhada para que se possa avaliar as possíveis etapas de tratamento de forma a cumprir a legislação ambiental. Cada etapa de tratamento tem diversas possibilidades de operações unitárias: tratamento preliminar (sistema de gradeamento, desarenadores, desengorduradores, tanque de equalização, etc.); tratamento primário (decantador primário); tratamento secundário (normalmente consiste de um ou mais reatores biológicos, seguidos ou não de um decantador secundário); tratamento terciário (remoção de nutrientes, organismos patogênicos, outros componentes mais específicos através de reatores biológicos e/ou físico-químicos); tratamento do lodo (Adensamento, estabilização, disposição final).
- **Definição de critérios de projeto.** Os critérios de projeto devem seguir as normas da ABNT, principalmente a NBR 12209 que define os critérios para projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário.
- **Pré-dimensionamento da ETE.** O pré-dimensionamento se faz necessário para avaliar as vazões, potências de motores, custos de investimentos, operação e manutenção da(s) ETE(s).
- **Elaboração de lay out da ETE.** O lay out da(s) importa para a análise dos impactos ambientais, bem como a avaliação dos custos.
- **Tratamento transporte e disposição dos lodos.** Um dos maiores custos de uma estação de tratamento de esgotos está relacionado com o tratamento, transporte e destino final dos lodos tratados. Esta etapa deve ser bem dimensionada e avaliada para escolha adequada da alternativa.
- **Análise dos custos (investimento, operação e manutenção).** Com todos os dados levantados, pode-se realizar uma análise adequada dos custos de forma a comparar as diversas alternativas sob o ponto de vista econômico.

- **Análise das condições técnicas das alternativas.** Apesar da análise econômica ser importante, muitas vezes aspectos técnicos são prioritários.
- **Escolha da melhor solução.** Finalmente, baseando-se nos aspectos descritos acima, escolhe-se a melhor solução dos pontos de vista técnico, econômico, social e ambiental.

### Novas concepções de projetos de tratamento de esgoto

As novas concepções de projetos de tratamento de esgotos têm procurado incorporar o desenvolvimento tecnológico, buscando valores de eficiência maiores, sistemas mais adequados à realidade econômica, financeira e institucional das prestadoras dos serviços, com plantas que demandem pouca energia, produzam pouco lodo, que possibilitem o controle dos odores e que busquem sempre o caminho da sustentabilidade econômica e ambiental (METCALF e EDDY, 2003; ANDREOLI e WILLER, 2005). Tais pontos de desenvolvimento de tecnologia das ETEs são detalhados a seguir e ilustrados na Figura 23.

Lembre-se, sua participação é muito importante. Caso você tenha dúvidas ou comentários a fazer sobre os assuntos abordados, exponha-os a todos os participantes!!!



**Figura 23.** Novas concepções de projetos de Estações de Tratamento de Esgotos.

**Eficiência de tratamento:** busca de sistemas que removam cada vez maiores quantidades de poluentes (matéria orgânica, nutrientes, patógenos, etc.) por unidade de reator, como consequência ao atendimento de padrões de lançamento e qualidade nos corpos receptores mais restritivos. Busca de processos biológicos que garantam elevadas idades de lodo (quanto maior a idade do lodo mais eficiente é o processo) e efluentes clarificados através da boa capacidade de separação sólido-líquido.

**Compacidade:** desafio principalmente para projetos de ETEs situadas em zonas urbanas, sendo facilmente situáveis em subsolo de áreas públicas ou mesmo edifícios.

**Automação:** redução dos processos mecanizados, visando reduzir tanto a exposição dos operadores de ETEs quanto a possibilidade de falhas. Devido ao maior nível de conhecimento alcançado com os processos de automação, os custos dos

equipamentos têm diminuído, permitindo assim uma maior utilização dos mesmos e diminuição dos custos com a mão de obra da estação.

**Economia de energia:** os gastos com energia representam o segundo item das despesas de várias companhias brasileiras de saneamento (o primeiro são as despesas com salários). Entretanto, com o incremento das restrições sobre a qualidade dos efluentes tratados, prevê-se um aumento substancial do consumo energético em ETEs que utilizam processos mecanizados convencionais na etapa biológica de tratamento, como os sistemas de lodos ativados ou qualquer outro processo aeróbio. A integração da via anaeróbia de alta taxa como pré-tratamento de outros processos biológicos, além de reduzir boa parte da matéria orgânica com um baixo consumo energético, é ainda capaz de produzir energia pelo uso do metano como combustível para geradores, e subsequente utilização em iluminação, motores estacionários, secagem do lodo, etc.

**Produção e processamento do lodo:** a alta produção diária de lodo em ETEs é objeto de preocupação das operadoras. Logo, deverão ser privilegiados processos que não somente minimizem a produção de lodo como também assegurem a sua higienização e estabilização. O processamento do lodo demandará processos compactos para reduzir o intervalo de tempo entre a sua produção e a disposição final. O uso do lodo (biossólido) proveniente do tratamento de esgoto sanitário na agricultura é uma prática cada vez mais difundida e aceita.

**Controle de odores:** importante quando a ETE é localizada em áreas urbanas. Portanto, devem ser previstos sistemas de tratamento que permitam um controle dos gases odorantes gerados mediante eficiente captação.

**Sustentabilidade:** escolha de tecnologias de baixo custo de implantação e manutenção, minimizando o uso de energia e maximizando a recuperação de produtos.

**Novos materiais e métodos construtivos:** pesquisa de novos materiais métodos construtivos que aumentem a vida útil das instalações, sobretudo face ao problema da corrosão. Para estações menores, a possibilidade de utilização de reatores pré-fabricados, em aço ou concebidos estruturalmente no próprio terreno, sem utilização de concreto, também têm se mostrado viáveis, reduzindo substancialmente os custos de investimento e implantação.

**Modernas práticas de gestão:** programas de qualidade, sistemas de gestão ambiental, manutenção produtiva etc. são cada vez mais difundidos e aceitos pelos tomadores de decisão das companhias de saneamento. Dentro deste conceito, citam-se as próprias normas ISO 9.000 e ISO 14.000 que impulsionaram o setor industrial e as práticas de premiação através de critérios de excelência gerencial.



## Observações...

Este espaço é reservado para colocar as suas observações em relação ao conteúdo abordado até aqui...

### Exercícios propostos

1. Quais as principais concepções de sistema de esgotamento sanitário que podem ser adotados na sua cidade? Explique as principais vantagens e desvantagens de cada tipo de sistema listado.
2. Defina o conceito de saneamento ecológico, listando as partes componentes do mesmo.
3. Defina os seguintes componentes de um sistema de esgotamento sanitário: rede coletora, coletor tronco, interceptor, emissário, estação elevatória, ETE, emissário final e corpo receptor.
4. Liste os estudos mais importantes no estudo de concepção de sistemas de tratamento de esgotos.
5. No que tange aos avanços tecnológicos na área de tratamento de esgotos, liste os principais desafios a serem superados. Justifique sua resposta.