



## ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ALTERNATIVAS PARA ÁGUAS RESIDUÁRIAS

GABE, Larissa<sup>1</sup>; GIACOMELLI, Bruna<sup>2</sup>; CHIELE, Gabriela<sup>3</sup>; EDLER, Marco  
Antonio Ribeiro<sup>4</sup>

**Resumo:** A presente pesquisa aborda alternativas ecológicas para o tratamento dos esgotos produzidos, proporcionando novos usos ao efluente final. Os sistemas estudados são as valas de infiltração e as lagoas facultativas, sendo que a última permite que se instale posteriormente os sistemas alagados construídos para completar o tratamento. Todos os processos se utilizam de microrganismos para ocasionar a conversão dos dejetos em compostos passíveis de serem utilizados posteriormente sem prejudicar o meio ambiente.

**Palavras- Chave:** Irrigação. Poluição. Reutilização. Saneamento.

**Abstract:** The present research approaches ecological alternatives for the treatment of the produced sewage, providing new uses to the final effluent. The systems studied are infiltration ditches and stabilization ponds, the latter allowing later installation of flooded systems built to complete the treatment. All the processes use microorganisms to cause the conversion of the wastes into compounds that can later be used without harming the environment.

**Keywords:** Irrigation. Pollution. Reuse. Sanitation.

### INTRODUÇÃO

O encaminhamento de efluentes urbanos para um corpo de água, quando não tratados corretamente, pode ocasionar determinados inconvenientes, como o mau odor, a mortandade de peixes, sabor esquisito na água potável, além da possível geração de doenças transmitidas por alimentos e água contaminados. O tratamento dos dejetos é feito justamente para impedir que esse tipo de situação ocorra.

A falta de saneamento básico em diversas localidades do Brasil é um sério causador de doenças, que podem vitimar muitas pessoas e tornar outros incapazes, além de envolver altos gastos com medicamentos e internações hospitalares. A produção de esgoto sanitário,

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz, voluntária do PIBIC/Unicruz. Email: larygabe@gmail.com;

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz, bolsista do PIBIC/Unicruz. Email: chielegabi@gmail.com;

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz, voluntária do PIBIC/Unicruz. Email: brunagiacomelli1@gmail.com;

<sup>4</sup> Professor Mestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz, orientador do PIBIC/Unicruz. Email: medler@unicruz.edu.br



que deveria ser recolhida e tratada pela concessionária que fornece a água, ocasiona a poluição dos rios, do solo e dos lençóis freáticos, o que faz com que as cidades busquem recursos hídricos cada vez mais longe dos seus centros urbanos, repercutindo no custo pago pelos consumidores.

Ao se estudar processos de tratamento de esgoto, deve-se levar em conta alguns aspectos, como o impacto ambiental que o lançamento destes dejetos terá no corpo receptor, o objetivo, o nível e a eficiência do tratamento. Existem quatro níveis de tratamento de esgoto: preliminar, primário, secundário e terciário. O preliminar trata da remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o primário consiste em remover os sólidos sedimentares e parte da matéria orgânica. Já o secundário se utiliza de mecanismos biológicos para conversão da matéria orgânica em nutrientes, e o terciário tem por objetivo remover poluentes específicos tóxicos ou não biodegradáveis. (SPERLING, 2014)

O foco desta pesquisa está no tratamento secundário, onde ocorre a remoção da matéria orgânica, apresentando possibilidades de tratamento para reutilização da água posteriormente ao tratamento. A metodologia utilizada neste trabalho é de caráter bibliográfico e qualitativo, utilizando livros e outros artigos para embasamento teórico sobre os assuntos abordados.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

Sperling (p. 45, 2012) define a poluição das águas como “a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d’água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos”.

Existem dois tipos de esgotamento sanitário: sistema individual e sistema coletivo. Os sistemas individuais pressupõem o tratamento no local, normalmente adotado para residências unifamiliares ou em locais com densidade de ocupação baixa – grandes lotes com área livre e meio rural –, consistindo no lançamento do esgoto em fossas no subsolo, geralmente para infiltração, requerendo que o solo não seja demasiado úmido e que o nível de água subterrânea se encontre a uma profundidade adequada. Já os sistemas coletivos possuem maior eficiência ao serem utilizados em locais onde a densidade populacional é elevada, como no meio urbano, consistindo em canalizações que recebem os efluentes e os direcionam para seu destino final: a estação de tratamento de esgoto. Várias cidades brasileiras não possuem sistema coletivo para



o esgotamento sanitário, sendo que o tratamento se dá através do lançamento do esgoto em uma fossa séptica localizada no subsolo do lote em questão.

Os processos de tratamento de esgoto também podem ser naturais ou artificiais. A escolha entre um e outro depende das características do local disponível para o tratamento. Os processos artificiais necessitam de áreas menores do que os naturais, sendo que este segundo pode apresentar maus odores e deve ficar longe de centros urbanos, porém apresentam eficiência superior aos artificiais por não dependerem tanto de uma boa operação. Imhoff e Imhoff (p. 10 e 11, 2002) afirmam que:

Em países em estágio de desenvolvimento, assim como no caso de pequenas cidades ou de coletividades agrícolas, devem ser preferidos às vezes os processos naturais. Além disso, estes podem servir para o tratamento terciário, após filtros biológicos e lodos ativados. Os processos artificiais se adaptam melhor às grandes cidades e às zonas industriais densamente ocupadas.

Os processos que envolvem o tratamento do esgoto podem ser físicos, químicos ou biológicos. Os físicos limitam-se a retirar a matéria que não está dissolvida através do gradeamento, da filtração, da sedimentação, da flutuação e da flotação. Os químicos tratam de produzir reações para depuração dos dejetos. Já os biológicos, e mais comuns, relacionam-se à atividade de organismos, a fim de transformar a matéria perecível em produtos estáveis, usando, para isso, bactérias aeróbias – enquanto houver oxigênio – e anaeróbias – que dispensam o ar. O oxigênio consumido pelas bactérias aeróbias deve ser constantemente repostado, sendo que diversas vezes isso se dá pelas algas verdes sob ação do sol nas lagoas, ou nas *wetlands* (IMHOFF e IMHOFF, 2002)..

As bactérias possuem um metabolismo contínuo, portanto é interessante que se mantenha a adução de substâncias nutritivas para que a nitrificação – oxidação do amônio a nitrato – continue. Além disso, alguns fatores importantes devem ser levados em consideração, como o Ph da água utilizada, a temperatura, além do uso de desinfetantes como cloro (fazem a atividade das bactérias serem paralisadas). (IMHOFF e IMHOFF, 2002).

Os efluentes urbanos também possuem valor para fins agrícolas, devido às substâncias fertilizantes e ao lodo que se encontra nestes dejetos, após digeridos pelo processo biológico. Além disso, a água que resulta deste processo pode ser utilizada para irrigação do solo, sendo que os campos de infiltração surgiram decorrentes da necessidade de se ter um processo de boa eficiência e que fosse mais acessível economicamente do que os processos artificiais existentes na época. A infiltração do esgoto no solo auxilia contra os efeitos da poluição, além



de fazer voltar para a terra as substâncias que dela foram retiradas pelos alimentos vegetais consumidos pelo homem. Seu contra é o índice de precipitação pluviométrica do local onde está instalada, pois diminui a capacidade de tratamento, além do próprio solo ser muito úmido.

O fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes. Os compostos orgânicos são convertidos em compostos estáveis (estabilização da matéria orgânica), como gás carbônico e água, não prejudiciais do ponto de vista ecológico. (SPERLING, p. 134, 2012)

O tratamento secundário, foco desta pesquisa, propicia a remoção da matéria orgânica, que pode estar apresentada nas seguintes formas: dissolvida, que não pode ser removida nos níveis anteriores, e em suspensão, que é quase totalmente removida no tratamento primário, restando apenas alguns sólidos para passarem pelo tratamento secundário. Essa remoção da matéria orgânica se dá por reações bioquímicas realizadas por microrganismos. (SPERLING, 2012)

## **INFILTRAÇÃO SUBSUPERFICIAL – VALAS DE INFILTRAÇÃO**

As valas de infiltração são um dos sistemas de infiltração subsuperficial, onde o esgoto é aplicado abaixo do nível do solo. Estas valas de infiltração são escavações enterradas preenchidas com um meio poroso, que mantém a escavação e permite o fluxo livre dos esgotos, que penetra no solo, onde ocorre a percolação e a nitrificação por ação biológica. (SPERLING, 2014) Sua aplicabilidade geralmente se dá para comunidades de pequeno porte, para um conjunto de residências ou para habitações no meio rural.

Este processo é o mais indicado para tratar esgotos em pequenas vazões, sendo que é também mais garantido pois o perigo de poluição dos lençóis freáticos é menor, já que os mesmos devem se encontrar a uma grande profundidade para que este sistema possa ser empregado. Dessa forma, a própria variação da vazão é suficiente para provocar o efeito de lavagem e autolimpeza.

As canalizações de infiltração são constituídas de manilhas cerâmicas com 10cm de diâmetro. As juntas são deixadas abertas e cobertas em 2/3 de sua periferia com papelão alcatroado. As valas de infiltração têm 0,5m de largura e de 0,6 a 0,9 m de profundidade. Os tubos são cobertos com uma camada de pedregulho ou de pedra britada. A determinados intervalos, são construídas caixas de inspeção das quais partem as linhas de infiltração,



acompanhando de perto as curvas de nível do terreno. A distância entre as linhas de infiltração é 2 a 3 m. (IMHOFF e IMHOFF, 2002)

Alguns parâmetros para a construção das valas devem ser observados na NBR 13969 de 1997, tais como: profundidade entre 0,6 e 1,0 m; largura entre 0,5 e 1,0 m; comprimento máximo de 30 m para cada vala; o tubo deve ter inclinação entre 0,20% e 0,33%; devem ser afastadas pelo menos de 7 m das árvores de grandes raízes; o efluente deve ser uniformemente distribuído entre as valas através de uma caixa de distribuição com largura interna entre 0,40 e 0,50 m; estar no mínimo a 20 m de poços de água; e estar no mínimo a 3 m acima do lençol freático.

A disposição dos efluentes líquidos após o tratamento normalmente se dá nos cursos d'água e o mar, porém a disposição no solo é um processo muito viável. Deve-se, porém, ter cuidado pois devido ao solo ser utilizado como o meio filtrante do esgoto, suas características necessitam ser analisadas para obter sucesso no tratamento, como por exemplo o seu grau de saturação, nível de percolação e composição química. (NBR 13969, 1997) Os esgotos que são aplicados no solo conduzem à recarga do lençol subterrâneo, além de suprir as necessidades das plantas com água e nutrientes.

## **LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO - LAGOAS FACULTATIVAS**

As lagoas de estabilização são estações de tratamento alternativa para o esgoto em áreas rurais e em climas tropicais. Nestas lagoas os efluentes ficam depositados e mantidos por vários dias, sendo que neste local ocorre a digestão dos esgotos por meio das algas microscópicas. Segundo Mascaró (p. 128, 2013), “o simples contato da água com o oxigênio do ar e a ação dos raios solares sobre ela favorecem a criação de algas microscópicas (...) que produzem a digestão dos esgotos”. Estas algas se formam até a profundidade da lagoa que os raios solares conseguem penetrar, absorvendo quantidades apreciáveis de gás carbônico e expelindo oxigênio, que por sua vez serve como alimento para bactérias aeróbias que incorporam o carbono dos efluentes, purificando-os (MASCARÓ, 2013).

Entre todos os sistemas de lagoas de estabilização, as lagoas facultativas são o processo mais simples, pois depende apenas de fenômenos naturais. Neste sistema, o esgoto entra, de forma contínua, em uma extremidade da lagoa, e passa pelo processo de decomposição através de microrganismos anaeróbios, sendo convertido em gás carbônico, metano e outros compostos, estabilizando a matéria orgânica. Após, o líquido sai na



extremidade oposta da lagoa. Por este processo ser natural, o período de detenção na lagoa é elevado, podendo levar em torno de 20 dias ou mais.

A matéria orgânica dissolvida permanece dispersa na massa líquida, onde as bactérias facultativas – que possuem a capacidade de sobreviver com ou sem oxigênio – decompõem os dejetos, utilizando-a como fonte de energia. Quando há a respiração aeróbia, o oxigênio necessário é suprido pelas algas, ao realizarem a fotossíntese, proporcionando um equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico. O desprendimento de maus odores pode ser combatido com a adição de nitrato de sódio, e a proliferação de mosquitos é evitada com a criação de pequenos peixes adaptados em águas com pouco oxigênio, como carpas e bagres (IMHOFF e IMHOFF, 2002).

A profundidade típica das lagoas são de 1,5 a 2 m, portanto a penetração da luz é menor e conseqüentemente há a ausência de oxigênio, daí a importância das bactérias facultativas, para poder sobreviver e realizar a estabilização da matéria tanto na presença quanto na ausência de oxigênio. Locais com elevada radiação solar e baixa nebulosidade são bastante propícios à implantação de lagoas facultativas, porém demandam uma área maior para sua instalação.

A construção de uma lagoa é simples, necessita de corte e aterro e preparação dos taludes. Segundo Mascaró (p. 130, 2013) as lagoas podem ser feitas com os seguintes materiais: “concreto asfáltico ou cimento moldados *in loco*; lajotas, tijolos ou blocos tomados com cimento; concreto pré-moldado; pedras acomodadas à mão, regulares ou irregulares; lâmina plástica, adequadamente fixada”. Em climas frios as lagoas não-aeradas são dimensionadas com uma área igual ou superior a 10m<sup>3</sup>/hab. e pelo menos 20 dias de tempo de detenção, aumentando para 15m<sup>2</sup>/hab. se não houver lagoa de sedimentação anterior à lagoa (IMHOFF e IMHOFF, 2002).

O dispositivo de entrada do afluente normalmente deve ser com entradas múltiplas ou uma única entrada no caso de lagoas pequenas, mas que devem favorecer uma boa distribuição dos líquidos, sendo que após o seu tratamento o afluente consiga sair pela outra extremidade da lagoa. Posteriormente, a água pode ser despejada em um corpo fluvial, ou reutilizada para atividades que não necessitem de água potável, como lavagem de carros, calçadas, irrigação de jardins, etc.



## **SISTEMAS ALAGADO CONSTRUÍDOS (WETLANDS)**

Os sistemas alagados construídos referem-se a processos de tratamento de esgotos que consistem de lagoas ou canais rasos que abrigam plantas aquáticas, e que se baseiam em mecanismos biológicos, químicos e físicos para tratar os esgotos (SPERLING, 2014). Assemelham-se aos pântanos e brejos, porém sofreram interferência humana na sua construção para que pudessem atender à sua finalidade, por isso os sistemas alagados naturais citados acima não devem ser utilizados para tratamento de esgotos devido ao impacto que causam ao meio ambiente.

Os sistemas alagados possuem uma camada impermeável de argila ou membrana sintética no fundo, podendo contar com um meio suporte como brita, cascalho ou areia, e utilizando determinadas estruturas para controle de entrada de efluentes, saída do líquido e o nível d'água. Existem dois tipos de escoamento nos sistemas alagados: escoamento superficial, que é muito parecido com os sistemas alagados naturais, pois possuem plantas aquáticas flutuantes ou com raiz no solo ao fundo, sendo que a água flui entre as folhas e caules das plantas, considerada ideal para receber os efluentes de outros processos de tratamento, especialmente de lagoas de estabilização. Sua área de ocupação é de 1,5 a 3,0 m<sup>2</sup>/hab. Há também o escoamento subsuperficial, que não possui água na superfície, mas sim um leito com pequenas pedras, cascalho ou areia, que suporta o crescimento de plantas aquáticas. Neste leito, a água e o esgoto fluem em contato com as raízes e rizomas das plantas, podendo ser anaeróbia (SPERLING, 2014).

A manutenção de um sistema de escoamento superficial é bastante simples, não há necessidade de remoção de material por no mínimo dez anos, pois os sólidos tendem a se acumular no fundo e ali ficar. Esse processo é ideal para ser utilizado em conjunto com as lagoas de estabilização, pois fornecem um tratamento mais completo e natural, propiciando um efluente final possível de ser utilizado para fins não potáveis.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com essa pesquisa conclui-se que os sistemas de tratamento de esgoto estudados poderiam ser utilizados em localidades sem canais de tratamento adequado ou coleta de esgoto pública. Desse modo, é possível a utilização dos efluentes para fins de ajardinamento e outros



que não necessitem de água potável, a fim de prover um destino final adequado e ecológico, ao invés de lançá-los no solo ou nos corpos de água.

Estes usos alternativos podem proporcionar benefícios econômicos, pois ao se considerar que o ser humano produz em média 160l de esgoto diariamente, imagine-se que 50% deste líquido – água – retorne após o tratamento, são 80 litros de água não potável que podem ser utilizadas para outros fins, como irrigação de jardins e lavagem de carros e calçadas, além de contribuírem para a diminuição da poluição ambiental.

Desta forma, os tratamentos sanitários estudados são sistemas ecológicos que podem ser passíveis de aplicação no campus da Universidade de Cruz Alta mediante análise de solo e outras características que influenciem no funcionamento dos sistemas. Seu uso se justifica pela necessidade de dar um passo adiante no caminho para a sustentabilidade, além de contribuírem para economia de água potável e reduzirem a possibilidade de contaminação do solo e da água.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

IMHOFF, Karl; IMHOFF, Klaus. **Manual de tratamento de águas residuárias**. Traduzido por Max Lothar Hess. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 2002.

MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. **Infraestrutura urbana**. Porto Alegre: J. Mascaró, 2004 – 2013.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.