

TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMICILIARES PELO PROCESSO MISTO LAGOA PRIMÁRIA/FOSSA SÉPTICA E INFILTRAÇÃO

Virginia Maria Tesone Coelho¹ & Uriel Duarte²

Resumo - A disposição de esgotos domésticos no solo, em locais sem infra-estrutura de proteção ambiental pode ser responsável pela contaminação do aquífero freático.

A eficiência de um sistema de tratamento de esgotos deve ser considerada em função do grau de poluição das regiões afetadas na disposição dos efluentes provenientes das instalações destinadas ao condicionamento dos esgotos brutos coletados. Dessa forma, para se instalar um sistema que utiliza uma lagoa facultativa primária, deve-se avaliar o destino final dos esgotos tratados como também, se estes estão sendo dispostos adequadamente, de modo a evitar problemas ambientais.

A nova concepção de tratamento de esgotos domésticos, idealizada para pequenas comunidades, utiliza o tratamento primário em lagoa facultativa, seguido de infiltração superficial no solo, cuja proposta é aumentar o tempo de trânsito do efluente em superfície, favorecendo assim, melhor oxigenação como também a evaporação de parte do percolado.

Este sistema de tratamento foi concebido dentro de uma visão integrada dos sistemas de água e esgoto procurando atender as necessidades de tratamento dos esgotos, sem o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos e do meio ambiente.

A viabilidade desse novo conceito de tratamento foi certificada e aprovada com a ISO 14001 que, ao longo do período de estudos, demonstrou sua eficiência através de resultados comprobatórios.

Abstract - The disposal of domestic sewage on the ground, in places without infrastructure environmental protection may be responsible for the contamination of groundwater aquifer.

The efficiency of a sewage treatment system should be considered according to the degree of pollution of the affected regions in the disposal of waste from facilities for conditioning of raw sewage collected. Thus, to install a system that uses a pond optional primary must evaluate the final destination of sewage treated as well, if they are being prepared properly, so as to prevent environmental problems.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

The new design of domestic sewage treatment in facultative pond, followed by shallow infiltration into the soil, whose proposal is to increase the transit time of effluent into the surface, thus encouraging better oxygenation and evaporation part of the leachate.

This treatment system was conceived within an integrated vision of water and sewage systems looking to meet the needs of sewage treatment, without compromising the quality of water resources and the environment.

The feasibility of this new concept of treatment has been certified and approved with ISO 14001 that over the period of studies, demonstrated its efficiency through evidentiary results.

Palavras-chave - Tratamento de esgotos domésticos, infiltração superficial, evaporação, contaminação, aquífero freático.

INTRODUÇÃO

Saneamento básico é condição essencial para o bem estar humano, oferecendo situações de produtividade e melhor atuação na vida em sociedade. Obras de água e esgoto são investimentos importantes, com grandes implicações na economia, pois além desses serviços básicos proporcionarem o bem estar social, seu desenvolvimento produz novas riquezas, com o surgimento de atividades industriais ligadas ao setor.

A análise das soluções para tratamento de esgotos deve considerar sempre os destinos finais de seus efluentes e resíduos.

A eficiência de um sistema de tratamento deve ser considerada em função do grau de poluição das regiões afetadas, na disposição dos efluentes (sólidos, líquidos e gasosos), provenientes das instalações destinadas ao condicionamento dos esgotos brutos coletados. Dessa forma, para se instalar uma lagoa facultativa primária, deve-se avaliar o destino final dos esgotos tratados como também, se estes estão sendo dispostos adequadamente, de modo a evitar problemas nas regiões onde se deseja conservar o grau de salubridade pré-estabelecido.

O desconhecimento sobre as condições técnicas exigidas para a disposição dos efluentes de lagoas de tratamento por processos de infiltração no solo constitui a principal causa da inadequabilidade destas unidades.

Esta pesquisa estudou a eficiência e viabilidade de tratamento de esgotos domiciliares de pequenas comunidades pelo processo do uso de lagoa facultativa primária, seguido de infiltração em solo insaturado por valas superficiais, levando-se em conta a taxa de evaporação.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

Os resultados obtidos mostraram que esta nova concepção de tratamento é eficiente e viável e, pode ser aplicada em empreendimentos similares cujos locais de implantação apresentem características topográficas, geotécnicas e demográficas semelhantes ao local estudado.

O projeto foi concebido dentro de uma visão integrada dos sistemas de água e esgoto procurando atender as necessidades de tratamento de esgotos, sem o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos e do meio ambiente.

TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMICILIARES

1. Estudos preliminares

Segundo Garcez Filho (1954) para que haja um bom funcionamento do sistema de valas de infiltração é necessário que todas as linhas tenham o mesmo comprimento, sejam assentadas paralelamente às curvas de nível em terrenos planos ou de declive pouco acentuado e para que não haja intromissão de raízes nas canalizações, deve-se evitar a proximidade de árvores.

Para o autor, o crescimento de gramas no campo de nitrificação auxilia a absorção do líquido efluente pela transpiração e a construção destes campos em duas seções, funcionando alternativamente, parece favorecer o tempo de utilização do sistema.

Para Pound & Crites (1975), os esgotos podem ser aplicados ao solo de modo a depurá-los, fundamentalmente, por processo de irrigação, infiltração/percolação e escoamento à superfície. Nos dois primeiros, a depuração processa-se a partir do momento em que os esgotos infiltram-se e percolam através do solo, enquanto que no terceiro ela ocorre predominantemente à superfície.

A irrigação com despejos residuários pode ser definida como a descarga controlada do efluente sobre o solo com a finalidade de suportar o crescimento de plantações. Assim, os esgotos são aplicados em solos cobertos por vegetação com o objetivo de auxiliar a agricultura ou a silvicultura (Pound & Crites, *op cit.*).

O uso da irrigação como técnica de tratamento e disposição dos efluentes foi desenvolvido para esgotos domiciliares e para uma quantidade variada de indústrias. Nesse processo, os esgotos são submetidos à infiltração até atingir o aquífero subterrâneo, geralmente constituindo a maior parcela; incorporação pela vegetação e parcial lançamento à atmosfera pela transpiração e pela evapotranspiração das mesmas; incorporação ao solo por reações químicas, ou na forma de umidade, podendo ser transitória ou permanente, e a evaporação direta para a atmosfera.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

Dependendo fundamentalmente da infiltração, os métodos de irrigação são aplicáveis, de maneira preferencial, aos solos que apresentam uma camada superficial suficientemente permeável e espessa acima do nível freático.

Já no método de infiltração, o processo é similar aos filtros intermitentes de areia, onde a maior porção dos esgotos infiltra-se no solo, ou a ele incorpora-se, embora uma parte evapore diretamente à atmosfera. Tanto quanto na irrigação, a aplicabilidade da infiltração rápida depende de o solo apresentar uma camada espessa acima do nível freático, mais do que naquele método, entretanto são exigidas grandes permeabilidades e boas características de drenagem, para que se tornem viáveis as elevadas taxas de aplicação normalmente empregadas (Cashin, 1993).

Na aplicação dos esgotos feita comumente por inundação, são preferíveis os terrenos de topografia plana ou pouco ondulada, sem grandes declividades, até cerca de 4 a 6% de acordo com o tipo de solo e a existência ou não de vegetação protetora. A utilização de um solo por longo período para infiltração rápida de esgotos é mais favorecida quando estes são submetidos a uma decantação prévia, a fim de que seja removida parte dos sólidos presentes no esgoto bruto.

Recomendado para terrenos que apresentam baixa permeabilidade, o método de escoamento superficial também pode ser perfeitamente utilizado para solos com maior porosidade. No processo de tratamento de esgotos por escoamento à superfície, o afluente do tratamento é lançado na parte superior de um plano inclinado por meio de aspersores ou através de tubos perfurados, sendo que a parcela líquida efluente é recolhida na parte inferior através de canais de drenagem que transportam o líquido tratado ao corpo receptor (Terada *et al.*, 1985).

O plano inclinado constituído de um sistema solo-planta deve apresentar declividade variando de 2 a 8%, de forma a evitar-se, de um lado, a estagnação dos esgotos (empoçamento) que promovem a digestão anaeróbia com liberação de gases, somada à proliferação de insetos e, de outro, as velocidades excessivas que provocam a erosão e os caminhos preferenciais (curto-circuito) que diminuem a eficiência do tratamento.

Segundo Paganini (1997), este sistema de disposição de esgotos no solo por escoamento à superfície, implantado desde 1984 em Populina (SP), apresentou uma redução média na DBO de 95% nos anos de 1992 e 1993. A análise do solo utilizado na disposição em Populina, após doze anos de operação da planta, não apresentou qualquer modificação nas suas características, ou no acúmulo dos macro e micro-elementos abaixo dos 30 cm de profundidade, a não ser um incremento sensível na aeração do solo em todo o seu perfil até o nível freático, sem que o tenha contaminado em termos dos elementos e dos microorganismos coliformes.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

Este processo de tratamento de esgoto por escoamento superficial em solo de baixa capacidade de infiltração foi estudado por Coraucci Filho (1991). Com a percolação através da grama, os sólidos em suspensão são "filtrados" e a matéria orgânica oxidada pelas bactérias presentes na cobertura vegetal e no solo. Observou-se que a alta eficiência de remoção da DBO e sólidos suspensos variam de acordo com a vida biológica presente no sistema, a qual está sujeita ao efeito da temperatura e da quantidade de alimento contida no efluente.

Em outra pesquisa, Coraucci Filho (1996) visando a otimização do método do escoamento superficial no solo, utilizou várias taxas hidráulicas para avaliação de seu desempenho na eficiência de remoção da matéria orgânica, contida no efluente bruto de esgotos domésticos. Foram aplicadas taxas hidráulicas de 0,15; 0,20; 0,25 e 0,30 m³/h.m. O resultado revelou que o grau de tratamento é equivalente ao tratamento secundário, com maior eficiência de remoção de matéria orgânica para taxa hidráulica de 0,20 m³/h.m. A carga orgânica diária aplicada, nesta condição, foi de 156 kgDBO/ha.d.

O sistema de valas de infiltração implantado na região de Salesópolis possui algumas adaptações realizadas com o propósito de melhorar esta técnica utilizada há várias décadas, para que a percolação do líquido através do solo (efluente) permita a mineralização dos esgotos, antes que estes se transformem em fonte de contaminação das águas do aquífero freático e possam se tornar uma futura fonte de poluição, tornando-se um grave problema para a saúde pública.

2. Sistema de tratamento por lagoas de estabilização (convencional)

As lagoas de estabilização constituem o mais simples método de tratamento de esgotos existente.

Construídas através de escavação em terrenos naturais, cercados por taludes de terra ou revestido com placas de concreto, no formato retangular ou quadrado, podem ser classificadas em quatro tipos diferentes: anaeróbias, facultativas, de maturação e aeróbias.

O sistema de tratamento adotado nesta pesquisa utilizou uma lagoa facultativa (primária), cujo princípio de funcionamento baseia-se na ação de algas e bactérias sob a influencia da luz solar (fotossíntese).

A matéria orgânica contida nos despejos é estabilizada, parte transformando-se em matéria mais estável na forma de células de algas e, parte em produtos inorgânicos finais que saem como efluente. Estas lagoas são denominadas facultativas graças às condições aeróbias mantidas na superfície liberando oxigênio e, às anaeróbias mantidas na parte inferior onde a matéria orgânica é sedimentada. Têm profundidades variando de 1,00 a 2,50 metros e áreas relativamente grandes.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

A lagoa facultativa pode ser projetada para operar como uma única unidade; ou em seqüência a uma lagoa anaeróbia, aerada, ou mesmo após uma estação de tratamento. No primeiro caso, costuma ser denominada de lagoa “primária”, e nos demais “secundária”. Algumas vezes pode anteceder uma série de lagoas de polimento ou maturação.

Este tipo de tratamento não apresenta odores desagradáveis, motivo pelo qual foi escolhido para implantação, devido a área reservada para a estação de tratamento de esgotos estar próxima ao centro urbano.

3. Sistema de tratamento por valas de infiltração (convencional)

Este sistema consiste em um conjunto de canalizações assentado a uma profundidade racionalmente fixada, em solo cujas características permitam a absorção do esgoto efluente da fossa séptica conectada ao sistema. A percolação do líquido através do solo permitirá a mineralização dos esgotos, antes que o mesmo se transforme em fonte de contaminação das águas subterrâneas e de superfície que se deseja proteger.

As tubulações, normalmente são de manilhas de grês cerâmico, com juntas abertas, ou tubos porosos assentados em valas. A região onde são assentadas as canalizações de infiltração é denominada de *campo de nitrificação*.

Esta concepção não permite diagnosticar a eficiência do processo de tratamento, tanto no que se refere ao tratamento do esgoto afluente à fossa séptica, quanto ao efluente a ser infiltrado no solo. Trata-se assim, de um sistema fechado, que impossibilita correções para melhoria de sua eficiência, cujos efeitos só podem ser sentidos com criteriosos processos de monitoração da qualidade das águas subterrâneas, nos locais de implantação do sistema.

4. Sistema de tratamento pelo processo misto lagoa facultativa primária e valas superficiais de infiltração (novo conceito de tratamento)

Este sistema foi idealizado para pequenas comunidades onde a carga de efluente é estritamente domiciliar.

O efluente, após o tratamento primário na lagoa facultativa, é lançado em tubulações drenantes para infiltração no solo que, diferentemente das valas convencionais, são posicionadas na parte superior do terreno sobre um leito de brita, de modo a aumentar o tempo de trânsito do efluente em superfície, favorecendo a oxigenação do efluente e a evaporação de parte do percolado, o que não é considerado nos métodos convencionais de tratamento de esgotos por infiltração.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

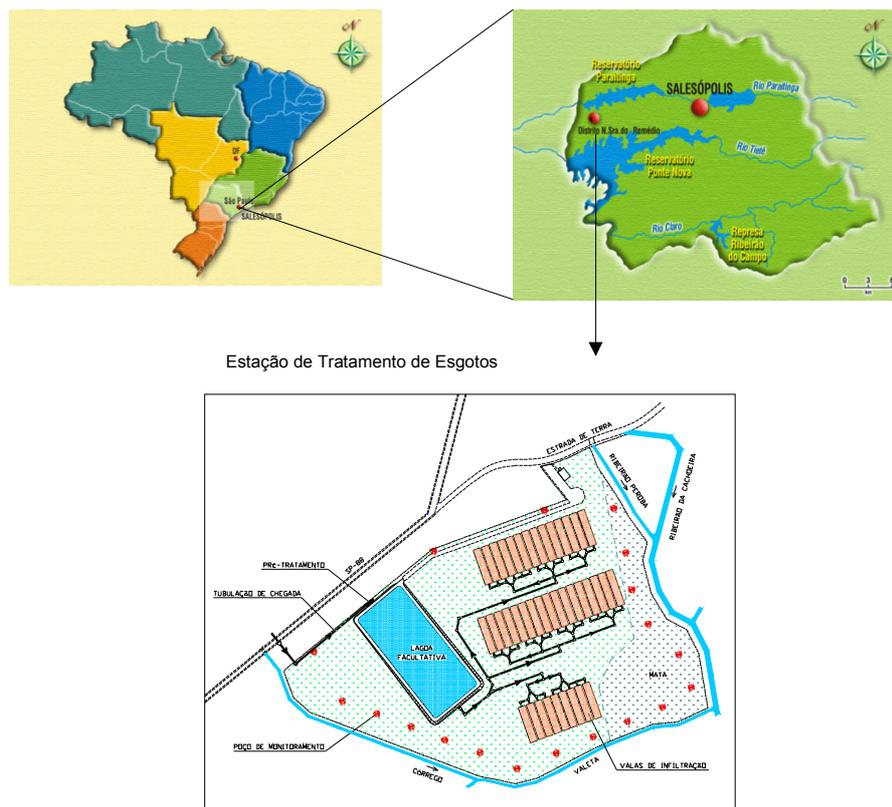
Esta concepção proposta não consta na literatura especializada em sistemas de tratamento de esgotos, sendo resultado de estudos conceituais, cálculos de tempo de trânsito e decaimento bacteriológico, coeficientes de insolação e percentuais de evaporação, além das experiências no campo vivenciadas pela equipe do projeto.

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

A estação piloto de tratamento de esgotos localiza-se no município de Salesópolis (coordenadas: lat. 23° 31' 55" S e long. 45° 50' 51" W), no Estado de São Paulo, conforme Figura 1.

O bairro Vila Nossa Senhora dos Remédios onde foi implantada a estação de tratamento fica a 13 km da sede do município e pertence à bacia hidrográfica do Ribeirão Peroba, contribuinte do Rio Tietê. Suas águas estão classificadas de acordo com a legislação ambiental como pertencentes à classe 2, ou seja, seu uso preponderante é para irrigação, pesca recreativa, atividades de lazer e abastecimento.

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Possui uma população aproximada de 800 habitantes que representa cerca de 20% do total do município.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

O uso e ocupação do solo restringem-se ao cultivo de hortaliças, sem qualquer atividade industrial local.

O município de Salesópolis tem 98% de sua área inserida em APM (Área de Proteção aos Mananciais).

A região possui clima subtropical de altitude (Cwa) com inverno seco e verão quente e úmido.

IMPLANTAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

A estação de tratamento foi projetada considerando-se o estudo demográfico e o cálculo das vazões contribuintes de esgoto e de infiltração.

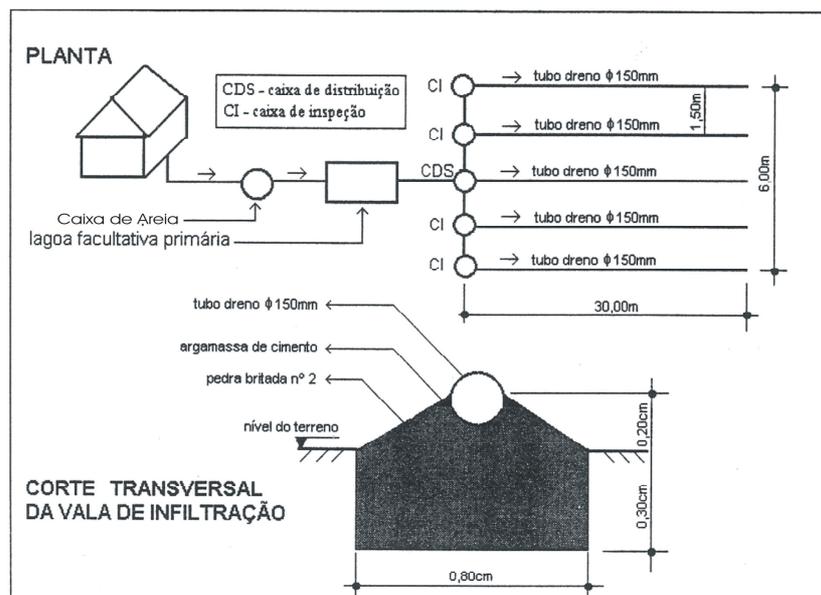
Como a legislação não permite o lançamento de esgoto tratado em corpos d'água da região, por tratar-se de área de proteção aos mananciais (APM), optou-se por dispor os efluentes em valas de infiltração, conforme estabelecido na nova concepção para utilização de valas de infiltração.

Este sistema foi implantado com o propósito de minimizar ou mesmo eliminar a contaminação do aquífero freático, sendo monitorado constantemente e verificado o seu desempenho na efetiva eliminação de vírus e bactérias prejudiciais à saúde pública.

Detalhe do sistema implantado

A estação de tratamento é composta de uma caixa de areia, lagoa facultativa primária e valas de infiltração, dispostos esquematicamente conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Esquema de construção da estação de tratamento.



¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginia@c@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

Quantificação do esgoto

O esgoto chega à ETE em um poço de recepção que possui um extravasador a um terço de altura, proporcionando ali uma primeira sedimentação de material grosseiro ou mais denso.

A vazão média de esgoto obtida após um período de cinco dias de estiagem, para melhor caracterizar a vazão real de esgoto da população, foi de 2,14L/s.

Caixa de areia

Saindo do poço de recepção, o esgoto passa por uma caixa de areia que tem a finalidade de reter areia e outros materiais inertes e pesados que se encontrem nas águas dos esgotos provenientes de lavagem, enxurradas, infiltração etc., além de reter gorduras e óleos em sua parte final.

Lagoa Facultativa Primária

Possui profundidade útil de 1,5 m; área útil média de 3.880 m² e volume útil resultante de 5.820 m³.

O tempo de detenção ou tempo de trânsito nesta lagoa foi calculado utilizando-se o volume útil e o tempo necessário para o seu enchimento, com base na vazão média do esgoto afluente e o resultado obtido foi de 31,5 dias.

Comportamento da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) na lagoa facultativa

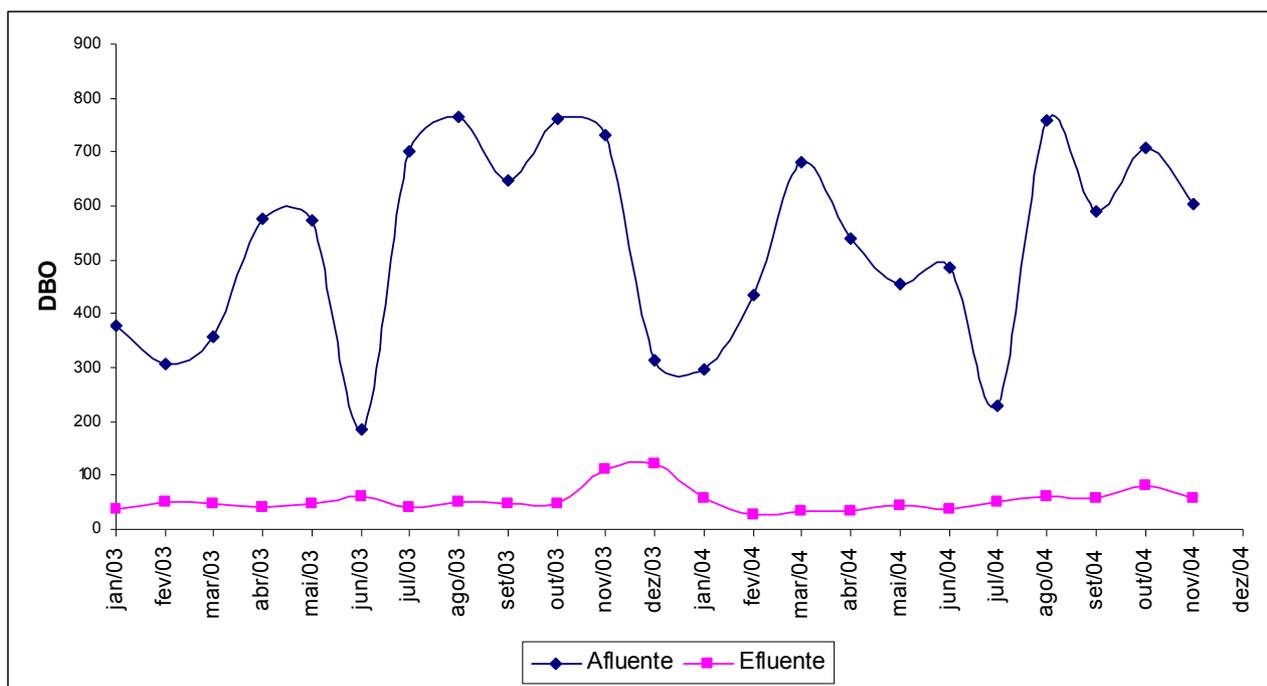
Os dados obtidos no período de janeiro/2003 a dezembro/2004 mostram uma redução média de DBO de 88%, o que demonstra uma alta eficiência da lagoa quanto a este parâmetro.

O gráfico da Figura 3 também indica uma defasagem de 60 a 90 dias entre picos de maior concentração de DBO, indicando entrada e saída do sistema, cujo tempo de residência foi calculado em 31 dias, de acordo com a metodologia usual (tempo de enchimento da lagoa).

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

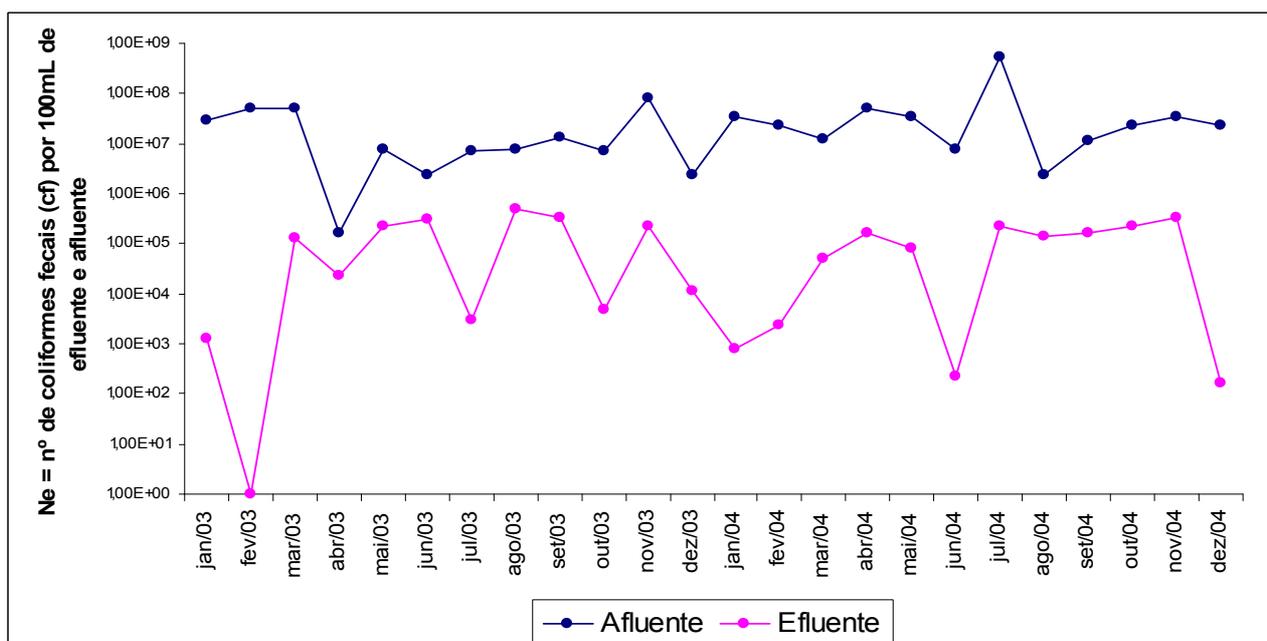
Figura 3 – Gráfico da concentração de DBO (afluente e efluente) em função do tempo.



Densidade de coliformes fecais no afluente e efluente

A Figura 4 apresenta o gráfico de concentração de coliformes fecais (afluente e efluente) em função do tempo e indica um decaimento da ordem de 10^3 , ou seja, uma redução de cerca de 40% na densidade de coliformes fecais, entre a entrada afluente e a saída efluente da lagoa.

Figura 4 - Concentração de coliformes fecais (afluente e efluente) em função do tempo.



¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiaat@ambiente.sp.gov.br

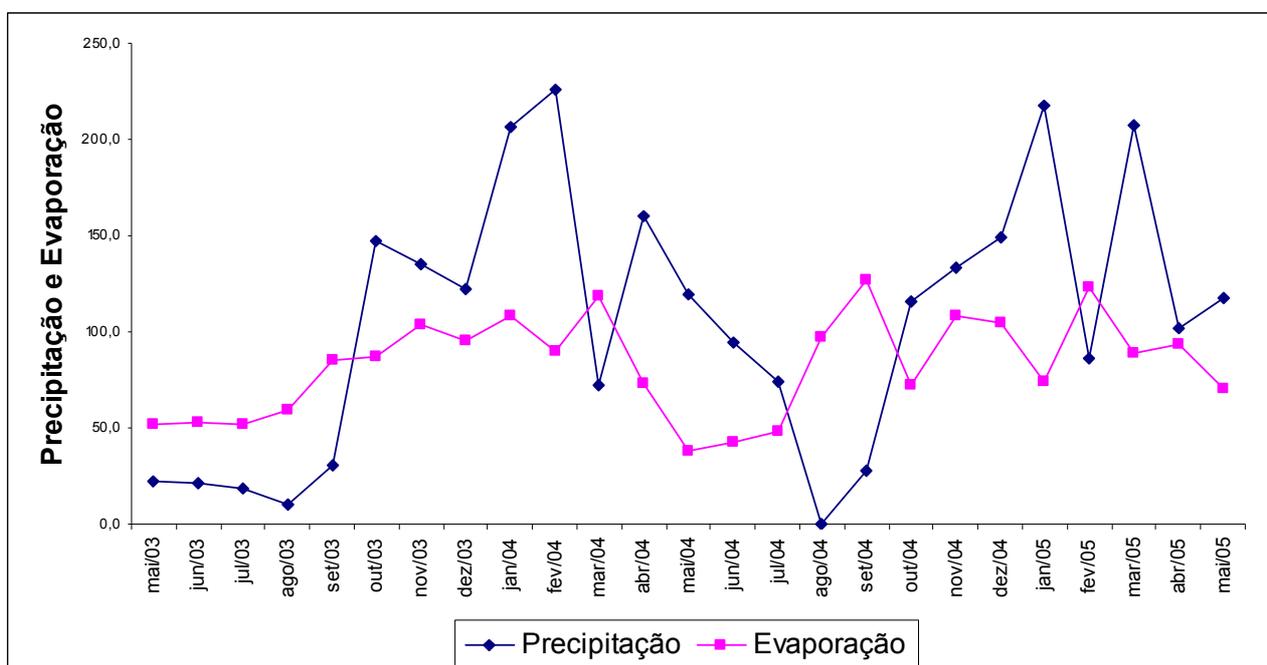
² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

Precipitação e Evaporação

Para o estudo do comportamento das diversas etapas de tratamento do esgoto na ETE de Vila dos Remédios foram instalados no local um tanque Classe A para medidas de evaporação e um pluviômetro tipo “Ville Paris” para medidas de pluviometria.

No período de maio/2003 a abril/2005 foram realizadas medidas diárias de precipitação e evaporação no local. Observou-se que essas medidas foram praticamente iguais (1.515 mm/a para pluviometria e 1.455 mm/a para evaporação), ou seja, o volume precipitado sobre a lagoa e a área de infiltração foi igual ao volume evaporado destas áreas, no período considerado, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 – Gráfico de Pluviometria e Evaporação em função do tempo.



Infiltração

A legislação ambiental não permite o lançamento de esgoto tratado em corpos d'água da região, por isso optou-se pela disposição do efluente da lagoa primária em valas superficiais de infiltração.

De acordo com os cálculos de vazão média do efluente e da taxa de infiltração, optou-se pela construção em módulos constituídos de 5 drenos de 30 m, espaçados de 1,5 m e área de infiltração igual a 1,0 m² por metro linear de dreno. Assim, foram construídos 40 módulos de 5

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

drenos. Para efeito de ocupação do terreno foram feitos conjuntos de baterias com 17, 14 e 9 baterias podendo operar em conjunto ou separadamente.

Sistema de monitoração

A qualidade das águas subterrâneas na ETE foi monitorada através da instalação de 19 poços distribuídos no entorno da estação.

A estratégia de locação foi devida ao posicionamento do local de infiltração, à lagoa facultativa e aos locais teoricamente impossíveis de haver fluxo do efluente presumidamente infiltrado.

O diâmetro (6 polegadas) e o posicionamento do filtro nos poços de observação foram executados de modo a possibilitar o bombeamento de suas águas, com retorno à lagoa, caso ocorresse constatação de contaminação proveniente de infiltração do esgoto.

RESULTADOS

O tratamento primário na lagoa facultativa apresentou alta taxa de redução de DBO (88%) e coliformes fecais (40%).

A taxa de infiltração é compatível com a vazão do efluente, apesar de que em períodos de chuva intensa, pode ocorrer alagamento nos setores de infiltração, mas, sem extravasamento superficial que condicione uma ligação direta da estação com o curso d'água.

Nas amostras coletadas periodicamente nos poços de monitoração, não foi observada a presença sistemática de coliformes fecais, eventualmente podendo constar em um ou outro poço, provavelmente atribuído a processos de amostragem, pois não foram confirmados ao longo de toda etapa de trabalho, ou seja, três anos de monitoração.

CONCLUSÕES

A análise do sistema de tratamento de esgoto da ETE de Vila dos Remédios, implantado e em operação, nos permitiu concluir que:

- O volume de esgoto que chega à ETE tem uma vazão média de 2,14L/s, obtida com medida ponderada de duas em duas horas, para uma população atendida de 780 habitantes. Este valor de vazão média é bastante diferente do constante no projeto inicial obtido por cálculo de parâmetros citados em bibliografia que, para uma população atendida de 859 habitantes deveria ter uma vazão média de 1,61L/s, 25% inferior à constatada para a população local de 780 habitantes.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

- O conjunto de gradeamento, caixa de areia e caixa de gordura desempenha bem sua função, aliado ao fato de que o esgoto afluyente não possui resíduos sólidos em abundância facilmente notável na observação direta de seu despejo.
- A lagoa facultativa primária que opera com uma espessura de lâmina d'água de 1,5m tem um excelente rendimento, reduzindo a carga de DBO em cerca de 90% assim como em 40% a densidade de coliformes fecais.
- O tempo de residência calculado para o esgoto na lagoa, como sendo de 31 dias, que é o tempo de enchimento da lagoa para uma espessura d'água de 1,5m, a uma vazão média de 2,14L/s, mostrou ser bastante inferior ao real, da ordem de duas a três vezes, ou seja, se considerarmos os valores de coliformes fecais afluentes e efluentes como marcadores (traçadores), o tempo de residência (ou trânsito) na lagoa é de 60 a 90 dias.
- O sistema de infiltração superficial implantado mostrou-se eficiente no sentido de que, a evaporação de parte do volume e uma maior reação oxidante sobre o efluente infiltrado, torna a ETE uma estação praticamente inodora.
- Nos poços de monitoração, estrategicamente locados em função do sentido do fluxo das águas subterrâneas no local da ETE, não foi constatada contaminação das suas águas que fosse proveniente das valas de infiltração nestes dois anos de funcionamento ininterrupto, demonstrando claramente que o efluente sofre uma depuração total quando interage com o solo.
- A espessura de solo insaturado, entre o ponto de infiltração e o nível do aquífero não é importante neste tipo de tratamento, pois em se tratando de uma infiltração contínua, todo o insaturado ficará saturado no decorrer do tempo.
- O sistema de tratamento de esgoto domiciliar implantado na ETE de Vila dos Remédios, aqui descrito, tem um ótimo desempenho e é ambientalmente correto, conforme atestado pelo Certificado de Aprovação ISO 14001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASHIN, G. J. (1993) Effluent disposal using sand exfiltration. *Water* (4): 27-30.

CORAUCCI FILHO, B. (1991) *Tratamento de esgotos domésticos no solo pelo método de escoamento superficial*. São Paulo, 1.368 p. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br

- CORAUCCI FILHO, B.; ALEM SOBRINHO, P.; FIGUEIREDO, R. F. (1996) *Tratamento de esgotos doméstico no solo pelo método de escoamento superficial: efeito da taxa hidráulica na eficiência*. In: Congresso Internacional AIDIS, México, 9 p.
- GARCEZ-FILHO, J. M. - Notas de Aula da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1954.
- PAGANINI, W. S. (1997) *Disposição de esgotos no solo (Escoamento à superfície)*. São Paulo, Fundo Editorial da AESABESP. 232p.
- POUND. C. E. & CRITES. (1975) R. W. Treatment of municipal wastewater by land application. *Water & Sewage Works*, (Abr): 45-66.
- TERADA M. *et al.* (1985) Tratamento de esgotos domésticos por disposição no solo com utilização de gramíneas. *Rev. DAE*, 45: 249-54.

¹ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Recursos Hídricos; Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 – prédio 12, 3º andar; Alto de Pinheiros; CEP 05459-010; São Paulo; SP; Brasil; tel. (11)3133-3000 ramal 4281; virginiatc@ambiente.sp.gov.br

² Inst. de Geociências da Universidade de São Paulo; Rua do Lago 562; CEP 05508-900; São Paulo; SP; Brasil; tel (11)3091-4226; urduarte@usp.br