

## PERCOLAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NO PERFIL DO SOLO

A. C. S. TAVARES<sup>1</sup>; P. FERRAZ<sup>2</sup>; I. J. O. SILVA<sup>3</sup>; S. N. DUARTE<sup>3</sup>

**RESUMO:** As águas residuárias tratadas podem ser reutilizadas de uma maneira planejada, para diversas finalidades. No entanto, as aplicações para alguns usos e finalidades podem ser feitas sem que essa água residuária tenha sofrido algum tipo de tratamento. No caso da aplicação das águas residuárias no solo, elas podem se caracterizar como um possível sistema de tratamento ou como método apropriado de disposição final. De forma resumida, a escolha do método de aplicação dependerá basicamente dessas considerações, da finalidade a que se propõe e dos fatores ligados ao projeto, como: tipo e geologia, área de terreno disponível, características dos efluente etc. O objetivo, desse trabalho é realizar uma revisão sobre o comportamento da águas residuárias no perfil do solo, que difere da água de boa qualidade pelo seu grande conteúdo de íons e sólidos suspensos.

**PALAVRAS-CHAVE:** efluentes, tratamento de água, reuso

## PERCOLATION OF RESIDUAL WATER IN THE SOIL PROFILE

**SUMMARY:** The residual waters treated can be reused in a planned way, for several purposes. However, the applications for some uses and purposes can be made without that residual water has suffered some treatment type. In the case of the application of the residual waters in the soil, they can be characterized as a possible treatment system or as appropriate method of final disposition. In a summarized way, the choice of the application method will depend basically on those considerations, of the purpose the one that intends and of the linked factors to the project, as: type and geology, area of available land,

---

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba – SP, (0XX19) 3429.4217 – R: 273, e-mail:[clarette@esalq.usp.br](mailto:clarette@esalq.usp.br);

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Mestranda em Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba – SP;

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba – SP;

characteristics of the effluent etc. The objective, of that work is to approach the behavior of the residual waters in the profile of the soil, differing of the water of good quality for his great íon content and solids suspended.

**KEYWORDS:** effluent, water treatment, reuse

## INTRODUÇÃO

As águas residuárias tratadas podem ser reutilizadas de uma maneira planejada, para diversas finalidades. No entanto, as aplicações para alguns usos e finalidades podem ser feitas sem que essa água residuária tenha sofrido algum tipo de tratamento. No caso da aplicação das águas residuárias no solo, elas podem se caracterizar como um possível sistema de tratamento ou como método apropriado de disposição final.

FILHO et al. (1999), afirmam que parte do despejo que infiltra no terreno sofre tratamento no interior do solo, com este último se comportando como camada “filtrante”. Isso possibilita as ações de adsorção e as atividades dos microorganismos, os quais usam a matéria orgânica contida nos despejos, como alimento, convertendo-a em matéria mineralizada (nutrientes) que fica à disposição da vegetação. Essas matérias mineralizadas são muito convenientes na recuperação dos solos agrícolas e a água que percola no interior dos solos pode, em muitas ocasiões, recarregar os lençóis subterrâneos.

Assim, o emprego de águas residuárias tem os seguintes propósitos:

- Reuso;
- Recarga de aquíferos;
- Finalidades agrícolas.

De forma resumida, a escolha do método de aplicação dependerá basicamente dessas considerações, da finalidade a que se propõe e dos fatores ligados ao projeto, como: tipo e geologia, área de terreno disponível, características dos efluentes, etc. Todos os métodos de disposição no solo são mundialmente usados com sucesso, quer aplicando esgotos domésticos, quer aplicando águas residuárias industriais.

O objetivo, desse trabalho é abordar o comportamento da águas residuárias no perfil do solo, que difere da água de boa qualidade pelo seu grande conteúdo de íons e sólidos suspensos, em função de suas características e das do solo e das condições de como este se encontra, uma vez que é usado como meio filtrante.

## MOVIMENTO DA ÁGUA NO PERFIL DO SOLO

Trata-se de uma soma complexa de forças, como as capilares, de adsorção, de coesão, elétricas, etc. Verifica-se que sua intensidade está relacionada à umidade  $\theta$  do solo.

KLAUS & TIMM (2004) afirmam que no que se refere aos trabalhos químicos ( $\psi_{os}$ ), o número de moles  $n_i$  de cada soluto  $i$  presente na água do solo, participará da energia livre de Gibbs  $G$ . O trabalho químico acontece quando há variações de concentração de cada espécie de soluto. Entre os solutos podemos citar os cátions  $H^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $NH_4^+$ , etc, e os ânions  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $H_2PO_4^-$ , entre outros, compostos orgânicos, ácidos húmicos etc. Então podemos considerar que esta situação se enquadra no caso das águas residuárias, uma vez que, uma de suas principais características é a elevada concentração de íons na sua composição, devendo este fato ser considerado quando se vai analisar o movimento dessa água no perfil e as limitações de sua aplicação em certos tratamentos onde faz-se uso da interação solo-planta, pois além de inferir o risco de salinização ao solo pode causar danos às plantas as quais recebem essa água.

Segundo KLAR (1984) o movimento de sais tem suas peculiaridades, uma vez que a água do solo contém sais que se movem junto com a massa de água por convecção e por difusão dentro dela. Alguns solutos se volatilizam, outros se precipitam, outros são absorvidos pelas plantas, etc. O movimento de íons pode ser afetado pelo campo elétrico das argilas e esta, por sua vez, é sensível às alterações na composição e na concentração da solução. O coeficiente de difusão decresce com a redução do teor de umidade e depende da temperatura e da própria concentração. O movimento de íons trocáveis no solo é difícil de se descrever quantitativamente, principalmente pelo fato das relações dos cátions trocáveis serem reversíveis. A infiltração é um fenômeno que envolve a penetração de água no sentido vertical descendente. A ação do gradiente de potencial da água, mais elevado na superfície do solo que em centímetros abaixo, produz a força descendente. A infiltração determina o volume de água que penetra no solo nas unidades de área e tempo.

## CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

Segundo BRANDÃO et al. (2003), citando REICHARDT (1996), a condutividade hidráulica depende das propriedades do material poroso e do fluido. O fator de fluidez é um parâmetro que depende de características do fluido, como a viscosidade e massa específica da solução do solo; sendo assim, pelas características apresentadas pelas águas residuárias, dentre elas a alta concentração de íons presente é de se esperar que essa viscosidade aumente, diminuindo assim a condutividade hidráulica.

As propriedades físicas dos solos são muito afetadas pelo aumento da porcentagem de sódio, pois impede a agregação da terra, endurece o solo e diminui a impermeabilidade, causando drástica redução da sua condutividade hidráulica. Em solos argilosos, a atuação do sódio age nas suas propriedades químicas, o que pode acelerar de forma acentuada o fenômeno de colmatção.

**Tabela 1:** concentrações de elementos químicos existentes nos esgotos domésticos

Elemento	Unidade	Intervalo de valores
N-NH <sub>3</sub>	mg/l	15,0-30,0
P	mg/l	3,7-14,5
K	mg/l	20,0-55,0
Ca	mg/l	1,7-6,1
Mg	mg/l	1,0-2,0
Na	mg/l	9,0-14,0

Fonte: Adaptado de VAISMAN et al. (1981).

**IMPLICAÇÕES**

Na aplicação de despejos líquidos domésticos e industriais no solo, a principal preocupação é com a qualidade da água drenada para o lençol freático. Compostos amoniacais são oxidados a nitrato em solos de característica arenosa. A percolação é rápida

e pode atingir os lençol freático em quantidade muito maior do que em solos de característica argilosa.

Segundo VAISMAN et al. (1988), também citado por FILHO et al. (1999), o nitrato tem sido o composto mais estudado (principalmente em solo arenoso) por estar relacionado com o grau e a prevenção da poluição do solo e da água subterrânea. Segundo esses autores, em solos arenosos os problemas de poluição do lençol freático podem ocorrer a partir do emprego de uma taxa de aplicação hidráulica correspondente a 70% da água perdida em um evaporímetro tipo Tanque Classe A – U.S.B.W., em uma determinada ocasião.

Segundo TAYLOR & NEAL (1982), citado por FILHO et al. (1999), enfatiza-se que, qualquer que sejam os parâmetros físicos e químicos analisados, a geração de massa ( $\text{kg ano}^{-1}$ ) é muito mais importante do que os valores de sua concentração (no líquido aplicado ou no ambiente investigado) e que a extração do nitrato existente no solo deve ser feita pela vegetação. No entanto, devido à sua alta solubilidade em água, concentrações de nitrato podem ser minimizadas, mas não completamente controladas.

Uma serie de vantagens para o emprego de efluentes no solo podem ser citadas: o benefício agrícola, o baixo investimento, o pequeno custo de operação, o baixo consumo de energia e, na maioria dos casos, a não existência de descargas de substancias em corpos de água. É um sistema que usa processo natural, com custo final entre 30% e 50% do custo do tratamento convencional, (FILHO et al., 1999).

## CONCLUSÕES

A má qualidade da água, sem um pré-tratamento, pode causar problemas nos primeiros centímetros, ligados a estabilidade estrutural do solo e ao teor de sódio que está relacionado ao cálcio e magnésio, com a precipitação dos mesmos nas formas de sulfatos e carbonatos.

A disposição dessas águas residuárias no solo levando em considerações as características de ambos, água e solo, é totalmente pertinente, desde que haja um estudo prévio do volume despejado, assim como, a composição física e química do efluente e capacidade de solo de atuar como meio filtrante, considerando sua textura e estrutura, tipo de argila, profundidade do perfil do solo, altura do nível freático.

A capacidade de remoção de nutrientes pelo solo e pela vegetação é limitada quando se usa alta taxa de aplicação.

## **REFERÊNCIA BIBIOGRÁFICA**

**FILHO, B.C.; CHERNICHARO, C.A.L.; NETO, C.O.de A.** Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo - / José Roberto Campos (coordenador). - - Rio de Janeiro : ABES, 1999. 464p. : il. Projeto PROSAB.

**KLAUS, R.; TIMM, L.C.** Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri, SP: Manole, 2004. 478p.

**KLAR, A.E.** A água no sistema solo -planta -atmosfera. Sao Paulo: Nobel, 1984. 408p.

**BRANDÃO, V. S.** Infiltração da água no solo/ Viviane dos Santos Brandão, Fernando Falco Pruski e Demetrius David da Silva. – Viçosa: UFV, 2. ed. 2003, 98p.

**VAISMAN, I. et al.** Reducing ground water pollution from municipal wastewater irrigation of rhodes grass: grown and sand dunes. Journal of environmental quality. Madison, 1981, WI, 10 (4): 434-439.