

**Desempenho do escoamento superficial no tratamento de águas  
residuais**

*Performance of surface drainage in wastewater treatment*

*Rendimiento del drenaje superficial en el tratamiento de aguas residuales*

**Ana Beatriz Laluce Vaz**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), ana.laluce@unesp.br

**Higor Venuto de Almeida**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Higor.venuto@unesp.br

**RESUMO**

O crescimento acelerado da população e o desenvolvimento de atividades extrativistas e agroindustriais vêm aumentando o consumo de água, além de gerar quantidade elevada de efluentes. Observa-se que uma grande quantidade de esgotos sanitários e efluentes industriais são lançados nos corpos hídricos sem que tenham passado por tratamento adequado, causando a impossibilidade de uso dessas águas. Uma forma de resolver o problema em questão e garantir a qualidade das águas de corpos hídricos é a implantação de sistemas de coletas e tratamentos eficientes para esses efluentes. Nota-se que municípios com poucos habitantes são os que apresentam menor índice de coleta e tratamento. Existem diversas formas de tratamento que buscam melhorar a qualidade e possibilitar o reuso ou descarte adequado de efluentes, dentre elas, o escoamento superficial, que se mostra adequado a cidades menores, com baixo custo de implantação e resultados eficientes. Esse tipo de tratamento consiste em uma rampa vegetada, onde o efluente é lançado na parte superior e fica sujeito ao escoamento superficial, propiciando a autodepuração e a remoção de patógenos e nutrientes pela própria vegetação e microrganismos contidos no solo. Apesar de apresentar muitos benefícios, é um sistema de tratamento pouco utilizado, uma vez que possui carência de informações e estudos sobre seus resultados e potencialidades. O objetivo principal do trabalho em questão é apresentar resultados a respeito da eficiência do escoamento superficial, além de uma revisão bibliográfica com informações que contribuam com correta adequação dessa tecnologia, difundindo a prática e colaborando com tratamento de águas residuais em municípios menores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente. Águas residuais. Escoamento superficial.

**ABSTRACT**

*Accelerated population growth and the development of extractive and agro-industrial activities have been increasing water consumption, in addition to generating high amounts of effluents. It is observed that a large amount of sanitary sewage and industrial effluents are released into water bodies without having undergone adequate treatment, causing the impossibility of using these waters. One way to solve the problem in question and guarantee the quality of water in water bodies is the implementation of efficient collection and treatment systems for these effluents. It is noted that municipalities with few inhabitants are those with the lowest rate of collection and treatment. There are several forms of treatment that seek to improve the quality and enable the reuse or proper disposal of effluents, among them, surface runoff, which is suitable for smaller cities, with low implementation costs and efficient results. This type of treatment consists of a vegetated ramp, where the effluent is released at the top and is subject to surface runoff, providing self-purification and removal of pathogens and nutrients by the vegetation itself and microorganisms contained in the soil. Despite having many benefits, it is a little used treatment system, since it lacks information and studies on its results and potential. The main objective of the work in question is to present results regarding the efficiency of surface runoff, in addition to a bibliographical review with information that contributes to the correct adaptation of this technology, spreading the practice and collaborating with wastewater treatment in smaller municipalities.*

**KEY WORDS:** Effluent. Residual Waters. Surface Runoff.

**RESUMEN**

*El crecimiento acelerado de la población y el desarrollo de actividades extractivas y agroindustriales han ido incrementando el consumo de agua, además de generar altas cantidades de efluentes. Se observa que una gran cantidad de aguas servidas y efluentes industriales son vertidos a los cuerpos de agua sin haber tenido el tratamiento adecuado, provocando la imposibilidad de aprovechamiento de estas aguas. Una forma de solucionar el problema en cuestión y garantizar la calidad del agua en los cuerpos de agua es la implementación de sistemas eficientes de recolección y tratamiento de estos efluentes. Se observa que los municipios con pocos habitantes son los que presentan menor índice de recogida y tratamiento. Existen diversas formas de tratamiento que buscan mejorar la calidad y possibilitar la reutilización o disposición adecuada de los efluentes, entre ellos, el escurrimiento superficial, el cual es apto para ciudades más pequeñas, con bajos costos de implementación y resultados eficientes. Este tipo de tratamiento consiste en una rampa vegetada, donde el efluente se libera por la parte superior y se somete a escurrimiento superficial, proporcionando autodepuración y eliminación de patógenos y nutrientes por la propia vegetación y microorganismos contenidos en el suelo. A pesar de tener muchos beneficios, es un sistema de tratamiento poco utilizado, ya que falta información y estudios sobre sus resultados y potencial. El trabajo en mención tiene como objetivo principal presentar resultados en cuanto a la eficiencia del escurrimiento superficial, además de*

*una revisión bibliográfica con información que contribuya a la correcta adaptación de esta tecnología, difundiendo la práctica y colaborando con el tratamiento de aguas residuales en municipios menores.*

**PALABRAS CLAVE:** *Efluente. Aguas Residuales. Escorrentía superficial.*

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores dificuldades do mundo moderno consiste na capacidade de oferecer água de boa qualidade em quantidades que sejam capazes de atender toda a população. Muitas vezes, em inúmeras cidades Brasileiras, não há condições financeiras ou informações suficientes para a implementação de um tratamento adequado para águas já utilizadas, causando desperdício de grande quantidade desse recurso

O acúmulo de lixo e o descarte inadequado do esgoto vêm causando severos desequilíbrios ambientais, já que tornam corpos hídricos inutilizáveis. Além disso, a expansão de atividades agrícolas e de extração e o aumento gradativo da população utilizam grande parte desse recurso, tornando-o ainda mais escasso.

De acordo com Vera *et al.* (2008), as autoridades têm se preocupado com o abastecimento isonômico para todas as camadas da sociedade, entretanto, para comunidades de até 1.000 habitantes, o custo das estações de tratamento é considerado elevado. Diante disso, o grupo de municípios com até 20.000 habitantes, considerados de pequeno porte, apresentam maiores demandas de estudos e implementações de sistemas de tratamento, uma vez que apresentam menores índices de coberturas. De acordo com o levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021, dos 5.570 municípios brasileiros, 3.770 possuem menos de 20.000 habitantes.

Deste modo, é importante a adoção de soluções simples e viáveis economicamente para o tratamento de águas residuais, entre elas o escoamento superficial. Consiste na aplicação da água residuária, em altas taxas, em uma rampa coberta por vegetação, possibilitando sua depuração ao longo desse aclave de tratamento. Citado por Hubbard *et al.* (1987), as plantas, os microrganismos e o solo formam uma película biologicamente ativa, capaz de reduzir a concentração de patógenos e nutrientes presentes nessas águas e a degradação do material orgânico. Além disso, a vegetação evita o acúmulo desses nutrientes, impedindo a contaminação dos aquíferos subterrâneos ou superficiais.

Citado por Reed *et al.* (1995), os “sistemas naturais” são sistemas de tratamento não convencionais, onde a purificação do efluente é realizada através da interação entre a força gravitacional, dos microrganismos, do solo e das plantas, portanto, não há necessidade de outras fontes de energia não renováveis. De acordo com Taebi *et al.* (2008), os processos de tratamento naturais de águas residuais são alternativas apropriadas em diversos casos, uma vez que possuem baixos custos de implementação e operação.

De acordo com Torsvik e Ovreas (2002), o solo possui uma enorme diversidade microbiológica, comprovado através de análises com métodos moleculares, que excede a dos ambientes aquáticos. A ação dos microrganismos presentes nos solos não estéreis e nas plantas é um dos principais fatores de remoção de microrganismos patogênicos que chegam ao solo através do despejo de efluentes (TORSVIK E OVREAS, 2002). A ação dos microrganismos na remoção de patógenos pode ser direta, devido a competição vital ou indireta, com transformações bioquímicas do substrato (ANDRADE NETO, 1997).

Diversos autores realizaram estudos sobre o desempenho de um sistema de

escoamento superficial e os dados obtidos citam que o sistema pode atingir uma redução de nitrogênio de 70% a 90%, de fósforo total entre 40% a 60% e da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos suspensos totais (SST) de aproximadamente 90% (TAEBI *et al.*, 2008).

O escoamento superficial restringe-se a regiões com clima mais quente, onde não há temperaturas que se mantém abaixo do ponto de congelamento e a efluentes que não possuam elevada quantidade de sedimento que podem se depositar e levar ao entupimento dos canais de distribuição (EPA, 1992a).

De acordo com Matos *et al.* (1996), é fundamental que a espécie vegetal adotada para o escoamento superficial seja adequada às elevadas condições de salinidade e umidade do solo, além de ser eficiente na extração dos nutrientes aplicados.

## 2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do tratamento de águas residuais utilizando o escoamento superficial com gramíneas forrageiras (brachiaria e capim-gordura).

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 O município

A pesquisa consiste nas análises de eficiência de um tratamento em funcionamento na cidade de Populina - SP.

O município brasileiro de Populina localiza-se a noroeste do Estado de São Paulo, como mostra a Figura 1, possui cerca de 316 km<sup>2</sup> de área territorial de acordo com o censo IBGE (2022) e 4.223 habitantes (IBGE, 2010), sendo 3.426 habitantes urbanos e 797 rurais. A temperatura média na região é de 24°C nas estações de menores temperaturas e 32°C nas de maiores temperaturas.

Figura 1 – Localização do município de Populina – SP.



Fonte: Paganini (1997).

De acordo com a Cia de Saneamento Básico do estado de São Paulo (SABESP), o município possui 1.868 ligações de água e 1.821 ligações de esgoto, abrangendo o esgoto de toda a população.

### 3.2 O sistema de escoamento superficial

O sistema foi projetado no ano de 1983 e visava atender apenas 500 ligações domiciliares, atuando com sobrecarga desde o ano de 1993. Apesar disso, a estação de tratamento seguiu recebendo efluente ininterruptamente, possibilitando o uso dos dados para o projeto.

O tratamento é constituído inicialmente por gradeamento, como mostra a Figura 2, seguido por um desarenador e posteriormente por quatro baias de disposição com dimensões individuais de 25 metros de largura por 70 metros de comprimento e declividade de 2%, como mostra a Figura 3.

Ao final do tratamento, o efluente é lançado em canaletas, localizadas a jusante das baias inclinadas, e encaminhado ao corpo receptor, o córrego Barra Bonita. O projeto completo da estação de tratamento de esgoto é representado na Figura 4.

Figura 2 – Sistema de gradeamento da cidade de Populina – SP.



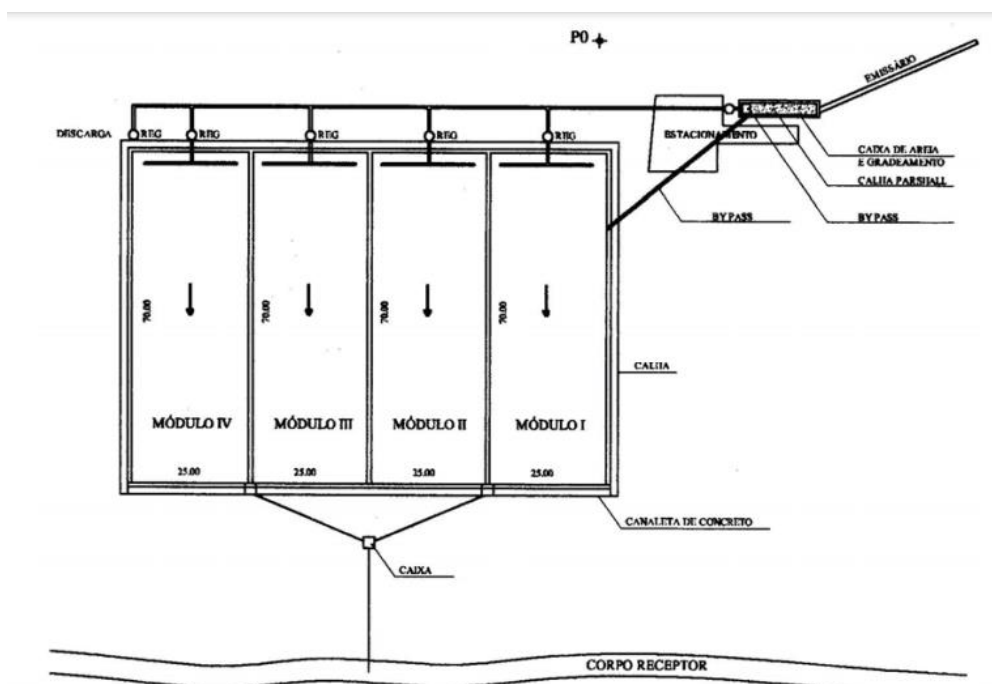
Fonte: O próprio autor.

Figura 3 – Vista das baias para escoamento superficial.



Fonte: O próprio autor.

Figura 4 – Representação esquemática da Estação de Tratamento de Esgotos de Populina.



Fonte: Paganini (1997).

Cada baía recebe efluente por um dia e permanece por um tempo de descanso de três dias para secagem.

Como resultado do excedente populacional e seu constante crescimento, o município está em processo de implementação, no ano de 2023, de um novo sistema de tratamento através de lagoas de estabilização.

### 3.3 A vegetação

De acordo com Paganini (1997), a vegetação adotada inicialmente foi a *Brachiaria humidicola*, uma vez que, além de suportar o efluente, apresenta conformação física mais uniforme na parte aérea, como mostra a Figura 5 e raízes profundas, como mostra a Figura 6.

Figura 5 – Uniformidade aérea da vegetação.



Fonte: Paganini (1997).



Figura 6 – Profundidade da raiz da *Brachiaria humidicola*.

Fonte: Paganini (1997).

Ainda segundo Paganini (1997), anos após o início de operação do sistema, novas espécies vegetais surgiram no local e não foram retiradas por terem sido interpretadas como uma seleção natural do sistema, além disso, algumas espécies, como o *Melinis minutiflora*, conhecido popularmente por Capim Gordura, apresentaram melhor recuperação e tratamento mais eficiente quando comparada a espécie inicial.

#### 4 RESULTADOS

Através de relatórios de inspeção fornecidos pela Sabesp e através dos Dados do saneamento básico dos municípios paulistas, fornecidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), pode-se fazer uma análise da eficiência do tratamento.

Os dados da inspeção de remoção de DBO mensal na estação de tratamento de esgoto de Populina foram fornecidos pela SABESP até o mês de setembro de 2022 e estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Eficiência na remoção de DBO na estação de tratamento de esgoto da cidade de Populina – SP no ano de 2022.

Títulos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
DBO do afluente	500	620	750	480	475	620	620	700	600
DBO do efluente	58	110	140	50	76	105	103	105	45
<b>Remoção</b>	<b>88,4%</b>	<b>82,3%</b>	<b>81,3%</b>	<b>89,6%</b>	<b>84,0%</b>	<b>83,1%</b>	<b>83,4%</b>	<b>85,0%</b>	<b>92,5%</b>

Fonte: Relatório de Inspeção SABESP, 2022.

O Relatório de Qualidade das Águas Interiores, realizado pela CETESB em 2021, apresentou os dados apresentados na Tabela 2 para a cidade de Populina.

Tabela 2 – Dados do saneamento básico dos municípios paulistas.

Município	População Urbana	Coleta	Tratamento	Eficiência	Carga poluidora potencial	Carga poluidora remanescente
Populina	3.426	100%	100%	88%	185 kg DBO/dia	22 kg DBO/dia

Fonte: CETESB, 2021.

## 5 CONCLUSÃO

É de extrema importância que as estações de tratamento de esgoto apresentem eficiência capaz de proteger o meio ambiente e principalmente os corpos hídricos onde serão lançados os efluentes. Diante disso, é essencial que os efluentes dessas estações sejam adequados ao ecossistema onde serão lançados

Ainda que operando em sobrecarga populacional por mais de 20 anos, a Estação de Tratamento de Águas Residuais de Populina-SP, ainda apresenta resultados significativos, apresentando uma eficiência média de 85,5% na remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), garantindo a preservação do corpo hídrico que recebe esse efluente.

Diante do exposto, é possível concluir que o sistema de tratamento por escoamento superficial apresenta-se como sendo uma tecnologia viável, economicamente e ambientalmente, de tratamento de esgoto doméstico.

Além disso, seus parâmetros construtivos e operacionais são simples, sendo uma alternativa para o tratamento de águas residuais das pequenas comunidades rurais e urbanas.

## 6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ANDRADE NETO, C. O.. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários**: experiência brasileira. Rio de Janeiro: Editora Abes, 1997.

Engelbrektsen A, Hubbard CG, Tom LM, Boussina A, Jin YT, Wong H, Piceno YM, Carlson HK, Conrad ME, Anderson G e Coates JD (2014) **Inibição da redução de sulfato microbiano em um sistema de coluna de fluxo contínuo por (per) tratamento com clorato**. *Frente. Microbiol.* 5 :315. doi: 10.3389/fmicb.2014.00315

[EPA] ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Wastewater treatment/disposal for small communities (manual - PA)**. Washington (DC); 1992a.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO/SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Informações básicas para o planejamento ambiental**. São Paulo: 2002

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

MATOS, José de Arimatea et al. **NECESSIDADES HÍDRICAS E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA PELO CAPIM BUFFEL**. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, ano 1996, v. 4, n. 2, p. 1-9, 29 maio 1996.

OLIVEIRA, V.M. e PELEGRINI, R.T. **Avaliações Físicas, Químicas e Biológicas da Microbacia do Córrego Modeneis em Limeira- SP.** Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia. 5:(1) 86-96, (2008).

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N. Riscos potenciais ao ambiente pela aplicação de dejetos líquidos de suínos ou compostos orgânicos no solo. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, 1, Ponte Nova, 1995. **Anais [...]** Viçosa, MG: EPAMIG, 1996. p. 45-54.

PAGANINI, W.S. **Reuso de água na agricultura.** In: Mancuso, PCS, Santos HF, editores. Reúso de água. São Paulo: Manole; p. 339-401. 2003.

PAGANINI, W.S. **Efeitos da disposição de esgotos no solo.** São Paulo; [Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP]. 2001.

REED, S. C.; CRITES, R. W.; MIDDLEBROOKS, E. J. **Natural systems for waste management and treatment.** New York: McGraw-Hill, 1995. 435 p.

TAEBI, A.; DROSTE, R. L. **Performance of an overland flow system for advanced treatment of wastewater plant effluent.** Journal of Environmental Management, New York, v. 88, n. 4, p.688-96, 2008.

TONETTI, Adriano Luiz et al. Tratamento de esgotos de pequenas comunidades pelo método do escoamento superficial no solo Wastewater treatment of small communities by overland-flow system. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, n. 13, p. 69-79, 2009.

TORSVIK, V. e OVREAS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. **Curr Opin Microbiol**, n. 5, p. 240-245, 2002.