



## INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

**Título do Trabalho:** EFEITO NO CRESCIMENTO DE GRAMÍNEA ESMERALDA A PARTIR DO REUSO DE ESGOTO DOMÉSTICO

**Autor (es):** Flávio José de Assis Barony; Cleto Rodrigues de Melo; Daniel Cleud Araújo Liberato; Camila Costa Rocha

**Palavras-chave:** bioindicador; efluente; ETE; reúso

**Campus:** Governador Valadares

**Área do Conhecimento (CNPq):** Engenharia Sanitária-Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias

**Tipo de bolsa:** Voluntários

**Financiador:** Edital n.º156/2013 (IFMG)

## RESUMO

A gestão integrada com vistas à utilização do efluente das estações de tratamento de esgoto torna-se importante por minimizar a poluição dos cursos d'água, devido aos nutrientes contidos, e promover os usos múltiplos da água para fins agrícolas ou irrigação de parques e jardins. O presente projeto propõe a avaliação do crescimento de gramíneas irrigadas com o uso do esgoto sanitário tratado no IFMG – *Campus* Governador Valadares, técnica comumente chamada de reúso de água. Para tal, são direcionados 15,8 m<sup>3</sup>/dia de efluentes para uma Estação de Tratamento de Esgoto Mista: reator UASB (sistema anaeróbico) e Lodo Ativado (sistema aeróbico). Os parâmetros monitorados até o presente são apenas indicativos quanto às características do efluente do *campus*, haja vista que a ETE ainda não foi inoculada e nem entrou em operação definitiva. Resultados preliminares: fósforo: >11,06 mg/L; sólidos totais voláteis: 1823 mg/L; sólidos totais: 1985 mg/L; *E. coli*: >2,4x10<sup>3</sup>; temperatura de 32,4°C. A irrigação da gramínea se dará por dois tratamentos: efluente tratado (T1) e água de abastecimento público (T2). Serão avaliadas pelo seu aspecto visual, comprimento linear e peso.

## INTRODUÇÃO:

Dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos do SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS, 2015) demonstram que o atendimento por redes de esgotos alcançam 98,0 milhões de habitantes da população. Já o índice médio de atendimento é de 58,0% nas áreas urbanas das cidades brasileiras, destacando-se a região Sudeste, com média de 81,9%. Quanto ao tratamento dos esgotos, observa-se que o índice médio do país chega a 42,7% para a estimativa dos esgotos gerados. Cabe ressaltar, que o volume de esgotos tratados passou de 3,764 bilhões de m<sup>3</sup> em 2014 para 3,805 bilhões de m<sup>3</sup> em 2015, correspondendo a um incremento de 1,1%.

O esgoto doméstico é constituído por 99,9% de água, enquanto a fração sólida (0,1%) apresenta-se com 70% de sólidos orgânicos e 30% com sólidos inorgânicos, suspensos ou dissolvidos (METCALF e EDDY, 2003). No Brasil a maior parte do esgoto bruto é lançado sem nenhum tratamento nos cursos d'água.

Essas grandes quantidades de matéria orgânica e poluentes têm sido relatados como principais responsáveis pela eutrofização de vários ambientes aquáticos, motivando uma preocupação crescente com alto grau de poluição em que se encontram hoje os rios e ambientes de água doce (ZANINI, 2009).

A necessidade de se preservar os recursos hídricos, conservando as águas de melhor qualidade para usos mais restritivos, conectada ao potencial que representa o reúso de águas residuárias, impulsionou o desenvolvimento de diversos processos e técnicas de tratamento para minimizar os efeitos adversos decorrentes da descarga de efluentes no ambiente (SOUZA et. al., 2010).

Mesmo quando o efluente é submetido ao processo de tratamento, o lançamento em cursos d'água pode resultar na poluição. Tal fato está relacionado aos nutrientes contidos, em especial, Nitrogênio e Fósforo, que são os principais responsáveis pela eutrofização dos cursos d'água. Os principais danos causados podem ser: problemas estéticos e recreacionais; condições anaeróbias no fundo do corpo d'água; eventuais condições anaeróbias no corpo d'água como um todo; eventuais mortandades de peixes; maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água (MOTA e VON SPERLING, 2009).

O tratamento de esgoto doméstico é visto como uma tecnologia extremamente eficiente do ponto de vista da saúde humana e do impacto ambiental (BATSTONE et al., 2015). O uso de água residuária na agricultura é uma alternativa importante, por liberar as águas potáveis para consumo humano e tornando possível o aproveitamento do potencial hídrico e de nutrientes dos esgotos. Essa prática tem sido usada na fertirrigação, hidroponia e piscicultura devido a potencialidade da matéria orgânica presente nesses efluentes de ser empregada como fertilizante ou adubo (RODRIGUES et al., 2009).

A irrigação de culturas com esgoto tratado contribui com o aporte de água e nutrientes, havendo a necessidade de se estabelecer os padrões de irrigação em função das características regionais. A depender da cultura e tipo de solo, por exemplo, a irrigação poderá complementar de maneira contínua o fornecimento de nutrientes às plantas (MOTA e VON SPERLING, 2009).

Desta forma, a gestão integrada com vistas à utilização do efluente das estações de tratamento de esgoto torna-se importante por minimizar a poluição dos cursos d'água devido aos nutrientes contidos, e ao mesmo tempo promove os usos múltiplos da água, no caso, para fins agrícolas ou irrigação de parques e jardins.

O projeto tem como objetivos tratar o esgoto sanitário do IFMG – *campus* Governador Valadares por meio da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), bem como avaliar o crescimento de gramíneas a partir do uso do efluente doméstico, técnica comumente chamada de reúso da água.

## **METODOLOGIA:**

No *campus* Governador Valadares há ampla área com jardim, no total de 6.156 m<sup>2</sup> cultivado com *Zoysia japonica*, uma espécie de gramíneas conhecida por grama esmeralda. Para irrigação desta área, demanda-se grande volume de água da Lagoa do câmpus, além de cuidados quanto a adubação.

A ETE está instalada dentro do CEPS (Centro de Educação e Pesquisa em Saneamento), área esta destinada a um conjunto de projetos da área de saneamento.

A ETE é composta por tratamento anaeróbio tipo RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente) ou UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) e tratamento aeróbio, no caso, Lodo Ativados. O sistema de tratamento será composto pelos componentes tecnológicos: gradeamento (tratamento preliminar), reator

UASB (tratamento secundário), Lodo Ativado (tratamento secundário complementar) e decantador secundário. Possui ainda o clorador e o lavador de gás. A rede coletora do *campus* foi interceptada para a EEE (Estação Elevatória de Esgoto), e após o tratamento retorna para a rede pública (Figura 1).

Figura 1 – Instalações da ETE no CEPS



Fonte: própria (2016)

Como forma de contingência, na entrada do sistema, próximo à estação elevatória, há uma derivação para a rede coletora externa ao *campus*, que deve ser utilizada em caso de impedimento no funcionamento da ETE.

As análises serão realizadas no laboratório do *campus*. O quadro a seguir apresenta os parâmetros monitorados, a periodicidade da coleta e o método empregado (Quadro 1). Os parâmetros *E. Coli*, DBO, pH e condutividade elétrica serão realizadas em duplicata quinzenalmente, nos pontos de entrada e saída da ETE, por um período de 4 meses, totalizando 32 amostras de cada uma das variáveis monitoradas, de forma a verificar o grau de eficiência do tratamento. A duplicata de laboratório é utilizada para mensurar a precisão do processo analítico. Duas alíquotas de uma mesma amostra são processadas independentemente, através de todo o processo de preparação e análise (INMETRO, 2017), evitando margens de erros na amostragem.

Quadro 1 – Parâmetros, periodicidade e método

Parâmetro	Periodicidade	Método
<i>E. coli</i>	Semanal	Standard Methods for Examination Of Water and Waste Water. 21° Edition
DBO	Semanal	Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT/ NBR 12614/1992
pH	Semanal	Aparelhos digitais de bancada disponíveis no laboratório
Condutividade elétrica	Semanal	Aparelhos digitais de bancada disponíveis no laboratório
TDH	Diário	Inspeção visual e monitoramento do intervalo de acionamento da bomba

Inspeção do sistema (incluindo equipamentos periféricos)	Diário	Inspeção visual e diário de bordo para registro de eventuais anomalias
--	--------	--

Fonte: Própria, 2016

Por fim, os resultados dos parâmetros monitorados serão comparados à legislação pertinente para efeito de verificação da eficiência do sistema de tratamento (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011; COPAM, 2008).

O plantio será em área coberta por lona plástica translúcida de forma a eliminar a interferência de água da chuva no controle hídrico. As placas de grama esmerada serão obtidas a partir do manejo de áreas existentes no próprio câmpus. Os experimentos serão submetidos a dois tratamentos, sendo: T1: irrigados com efluentes; T2: irrigados com água de abastecimento público. Serão constituídos em blocos casualizados, com 3 repetições e cada parcela com 1 m<sup>2</sup>, submetidos à comparação de médias por Tukey com 5 % de probabilidade, sendo que os resultados serão avaliados decorridos 4 meses de plantio. A irrigação dar-se-á por meio de regador, com dosagem de 5L/m<sup>2</sup>, semanalmente. As plantas serão avaliadas pelo aspecto visual, comprimento linear e peso, conforme procedimentos descritos por Benincasa (2003), citado por Silva *et al.* (2011); Piedade *et al.* (2009).

Foram adquiridos os materiais de laboratório (seladora de colilert, câmara escura com lâmpada UV para leitura das cartelas de colilert, cartelas de colilert, sachês de colilert e frascos para coleta). A figura 2 mostra a câmara escura e a seladora.

Figura 2 – Câmara escura (à esquerda) e a seladora da cartela (à direita).



Fonte: Própria, (2014)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Um monitoramento de dois dias alternados, no período das 7:00 horas às 23:00 horas, constatou que os valores da vazão total do efluente no *campus* apresenta a média de 15,8 m<sup>3</sup>/dia. Dados disponibilizados pelo *campus* quanto ao consumo de água do sistema público indicam média de 437 m<sup>3</sup>/mês entre os meses de fevereiro a abril de 2017. Como há um fator de 0,80 entre o que se consome e o que gera de esgotos, o valor de esgoto que chega à ETE está próximo do valor consumido de água. Todavia, vale ressaltar que o supracitado fator é usualmente adotado para esgoto residencial. No Brasil é usual a adoção de valores na faixa de 0,75 a 0,85 (FERNANDES, 1997). O consumo de água no *campus* ocorre apenas nos dias letivos. A

vazão de entrada na ETE foi obtida a partir de cada ciclo de funcionamento da bomba da EEE e das especificações técnicas da mesma.

Após a troca da bomba de sucção autoescorvante pela bomba submersa teve que ser feito testes manualmente para determinar a altura da boia da elevatória, sendo que a altura do nível superior do efluente ficasse 10 cm abaixo do extravasor e o nível inferior mantenha a bomba abaixo da lâmina de esgoto. Com esses dados acertados a bomba da EEE liga e desliga automaticamente nos níveis preestabelecidos.

A bomba do aerador foi programada para funcionamento contínuo e a bomba de recirculação do lodo para acionamento esporádico, no caso, 6 vezes ao longo do dia e com 2 minutos de duração em cada uma das ligações. A figura 3 apresenta a bomba do aerador, bomba de recirculação do lodo ativado, e o painel de comando.

Figura 3 – Aerador, bomba de recirculação e quadro de comando da ETE



Fonte: própria (2016)

As duas bombas de sucção autoescorvante não conseguiam fazer a sucção dos efluentes do fundo da EEE e foram substituídas por uma bomba submersa modelo DANCOR 2201 SDE, mais eficiente para este tipo de operação. A figura 4 apresenta o poço da EEE, as bombas autoescorvantes que foram substituídas e o novo modelo de bomba submersa.

Figura 4 -EEE e bombas de sucção (autoescorvante e submersa)



Fonte: própria (2016)

Análise inicial dos efluentes coletados na ETE estão descritos na tabela 1. Ressalta-se que a ETE não se encontra em operação contínua e não foi adicionado nenhum inoculante no sistema, vindo apenas a representar uma caracterização do esgoto do *campus*, que esta condizente com as características do efluente doméstico, conforme relatados em vários outros trabalhos (METCALF e EDDY, 2003; SPERLING, 2005).

Tabela 1 - Resultados do efluente

Parâmetro	Resultados em laboratório
DQO (entrada)	> 196 mg/L
DQO (saída)	> 182 mg/L
Fósforo (entrada)	>11,06 mg/L PO4
Fósforo (saída)	>13,34 mg/L PO4
Sólidos Totais (entrada)	1985 mg
Sólidos Totais Fixos (entrada)	1620 mg
Sólidos Totais Voláteis (entrada)	1823 mg
E. Coli (entrada)	> 2,4x10 <sup>2</sup>
Temperatura	32,4 °C

Fonte: Própria (2017)

Foi executada a instalação do aterramento elétrico do sistema (Figura 5). O aterramento deve estar presente como fator de extrema necessidade em instalações elétricas, e é utilizado para evitar acidentes pessoais e proteger também os aparelhos elétricos, conforme exposto na figura 5.

Figura 5 – Caixa de inspeção da haste, ligação elétrica principal e painel de disjuntores.



Fonte: própria, (2017)

Um cinturão verde foi implantando ao redor da ETE, para que com o crescimento das árvores a sombra por elas produzida possa diminuir a temperatura nos reatores.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Do ponto de vista estrutural a ETE está em condições de operação, pois correções hidráulicas e elétricas foram implantadas para permitir o uso contínuo. A ETE está com atraso no processo de implantação devido a problemas administrativos enfrentados durante a condução do projeto. Todavia, sabe-se que a vazão média diária de efluente gerado é de 18,68m<sup>3</sup> e que os valores iniciais registrados para os parâmetros analisados estão condizentes com o esgoto doméstico, ou seja, sem interferências de outros efluentes, como o do laboratório do *campus*.

A partir do comissionamento da ETE serão ajustados os parâmetros de operação do sistema e posteriormente dar-se-á o plantio da gramínea.

### REFERÊNCIAS

BATSTONE DJ, HÜLSEN T, MEHTA CM, KELLER J. 2015. **Platforms for energy and nutrient recovery from domestic wastewater: A review.** Chemosphere, 140:2-11. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351401203X> >. Acesso: 11 jun. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº430 de 13 de maio de 2011.** Disposição sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357 ,de 17 de março de 2005 , do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646> >. Acesso em: 05 jan. 2016.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/DeliberaNormativaConjuntaCOPAM-CERHno01-2008.pdf> >. Acesso em: 05 jan. 2016.

FERNANDES, Carlos. - **Esgotos Sanitários**, Ed. Univ./UFPB, João Pessoa, 1997, 435p. Reimpressão Janeiro 2000.

[INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia](http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/pesquisa_link.asp?seq_tipo_documento=4&cod_uo_numeracao=00587&num_documento=057). **NORMA N° NIT DICLA 057.** Critérios para acreditação da amostragem para ensaios de águas e matrizes ambientais. 2017. Disponível em [http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/pesquisa\\_link.asp?seq\\_tipo\\_documento=4&cod\\_uo\\_numeracao=00587&num\\_documento=057](http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/pesquisa_link.asp?seq_tipo_documento=4&cod_uo_numeracao=00587&num_documento=057) >\_Acesso em: 10 jun. 2017.

METCALF & EDDY INC. **Wastewater engineering, treatment and reuse.**4th ed. New York: McGraw Hill, 1819 p. 2003.

MOTA, S. B.; VON SPERLING, M. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção.** Rio de Janeiro: ABES, 428p. Projeto Prosab, 2009.

PIEIDADE, A. R.; CRUZ, R. L.; CAMPOS, S.; VILLAS BOAS, R. L. Desenvolvimento vegetativo de quatro espécies de grama Irrigadas com efluente doméstico. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 268-275, 2009.

RODRIGUES, L. N. A. R. Nery; P. D. Fernandes; N. E. M. Beltrão; Hans R. Gheyi. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental.**, Campina Grande , v. 13, supl. p. 825-835, Dezembro. 2009 . Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662009000700003&Ing=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662009000700003&Ing=en&nrm=iso) >. Acesso em: 10 jun. 2017.

SILVA, C. M. K.; BASSO, S. M. S.; CARNEIRO, C. M.; GUARIENTI, M. Desenvolvimento morfológico das gramas Esmeralda, São Carlos e Tifton 419. **Revista de Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 471-477, 2011.

SOUZA, J.A.R.; Ferreira, P. A.; Matos, A. T. de & Moreira, D. A. 2010. Nutrição de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. **Revista de Engenharia na agricultura**, v.18 n.1, jan. / fev. Disponível em: < <http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/article/view/76/95> >. Acesso em: 10 jan. 2016.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015.** Disponível em < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015> >. Acesso em: 15 jan. 2016.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** DESA: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. Volume 1 (série: Princípio do tratamento biológico de águas residuárias). 452p. 2005.

ZANINI, H. L. H. T. **Caracterização limnológica e microbiológica do córrego rico que abastece Jaboticabal (SP).** Jaboticabal, 75 f. 2009. Tese (doutorado em Microbiologia Agropecuária). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. Disponível em:< <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/micro/d/2760.pdf> >. Acesso em: 10 jun. 2017.