

II-508 - REUSO AGRÍCOLA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA ETE DE JANAÚBA – MG

Anibal Oliveira Freire⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da UFMG. Especialização em Saneamento Ambiental (DESA/UFMG). Analista Master de Saneamento da COPASA-MG.

Rômulo de Souza Lima⁽²⁾

Advogado pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES/MG). MBA em Gestão Empresarial, com ênfase em Saneamento pela Fundação Getúlio Vargas (FGV/BH). Especialista em Logística Empresarial pela UNA/BH. Gerente de Divisão de Operação e Manutenção da COPASA-MG.

Silvanio Rodrigues dos Santos⁽³⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade de Viçosa. Mestrado em Irrigação e Drenagem pela UFV. Professor da UNIMONTES

Endereço⁽¹⁾: Rua Maceió, 162-501- Cruzeiro - Belo Horizonte - MG - CEP: 30310-120 - Brasil - Tel: (31) 32501001 – E-mail: anibal.freire@copasa.com.br

Endereço⁽²⁾: Rua Dr. Santos, 14 – Centro - Montes Claros - MG - CEP: 39400-001 - Brasil - Tel: (38) 3229-5737 - E-mail: romulo.lima@copasa.com.br

Endereço⁽³⁾: Av. Reinaldo Viana, 2630 - Janauba – CEP: 39 440-000 - Tel: (38) 3821 2756 E-mail: silvaniors@yahoo.com.br

RESUMO

A ETE de Janaúba é composta por um reator UASB, uma lagoa de estabilização facultativa e duas lagoas de maturação. Apresenta vazão de projeto correspondente a 40 L s⁻¹, sendo a água residuária atual do sistema de coleta de esgoto doméstico do município < (12 L s⁻¹).

Apesar de atender a legislação vigente quanto à redução de carga orgânica poluidora e remoção de organismos patogênicos, ainda são descarregados no Rio Gorutuba consideráveis quantidades de nutrientes de plantas como o nitrogênio, fósforo e potássio, elementos esses que podem ser prejudiciais à saúde humana e animais quando da sua ingestão, em excesso, mas podem proporcionar reduções consideráveis nos custos de produção de importantes culturas agrícolas da região como é o caso da bananicultura e a cotonicultura.

Tomando-se como base o nitrogênio presente na referida água residuária ($N_{\text{total}} = 141,8 \text{ mg L}^{-1}$), é possível simular a economia de adubo ao se utilizar a água residuária no suprimento desse nutriente, tanto na bananicultura quanto na cotonicultura. Na bananicultura, percebe-se que é possível economizar 100,0 % da adubação nitrogenada mineral, da fosfatada e da potássica. Considerando-se os preços das fontes uréia (44 % de N), superfosfato simples (18 % de P_2O_5) e cloreto de potássio (58 % K_2O), cotadas no comércio local a R\$1,50 kg⁻¹, R\$0,90 kg⁻¹ e R\$1,40 kg⁻¹, respectivamente, nota-se que o produtor pode deixar de gastar R\$2.848,64 ha⁻¹ ano⁻¹ com esses adubos, o que corresponde a 100 % do custo anual do adubo mineral. Para a utilização de todo o efluente da ETE-Janaúba é necessária uma área igual a 286,05 ha de banana, ao se tomar como base o nitrogênio no critério de aplicação. Isso pode corresponder a uma economia total de adubo da ordem de R\$815.000,00 ano⁻¹. Para o algodão, é possível economizar 100,0 % da adubação nitrogenada mineral, 74,4 % do fornecimento de fósforo e 85,9 % do potássio mineral. Considerando-se as mesmas fontes e preços citados no caso da bananicultura, nota-se que o produtor pode deixar de gastar R\$914,50 ha⁻¹ ano⁻¹ com esses adubos, o que corresponde a 84 % do custo anual do adubo mineral. Para a utilização de todo o efluente da ETE-Janaúba é necessária uma área igual a 775,8 ha de algodão, ao se tomar como base o nitrogênio no critério de aplicação. Isso pode corresponder a uma economia total de adubo da ordem de R\$709.500,00 ano⁻¹. Além da economia de adubo, também se pode reduzir o uso de água limpa em até 30 %. Portanto, tanto sob o ponto de vista financeiro quanto do ambiental (por evitar o lançamento no rio), o uso do esgoto na agricultura, com a adoção do critério de fertirrigação, pode ser interessante. **Porém, é necessário um estudo detalhado de possíveis contaminações de produtos, solos e águas subterrâneas com esta prática**, bem como avaliar seu efeito sobre aspectos produtivos das culturas.

PALAVRAS-CHAVE: Uso Agrícola de Efluentes, Fertirrigação, Lagoas de Estabilização, Reuso.



OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da aplicação de diferentes lâminas da mistura de águas residuárias domésticas após o tratamento na ETE-Janaúba, sobre a nutrição e características agronômicas da bananeira Prata Anã e do algodão explorados no norte de Minas Gerais e em algumas propriedades físicas e químicas do solo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estabelecer as doses de efluente adequadas para a máxima produção da bananeira e do algodoeiro, **com o mínimo de impacto ambiental**;

Identificar a máxima dose econômica de efluente, baseada no custo de produção da cultura;

Avaliar o nível de contaminação por patógenos, prejudiciais à saúde humana, nos frutos da cultura da banana;

Estabelecer critérios de aplicação de efluente na bananeira prata anã e no algodoeiro;

Avaliar o deslocamento dos contaminantes químicos nitrato e sódio no solo após a aplicação da água residuária tratada;

Caracterizar o efeito das diferentes doses de efluente em alguns atributos físicos e químicos do solo.

DESENVOLVIMENTO

METAS

Atualmente o efluente da ETE-Janaúba é lançado no corpo receptor (rio Gortuba), localizado a jusante da cidade. Com a proposta em questão, pretende-se condicionar a disposição do efluente no solo sob cultivo da bananeira prata anã e na cultura do algodoeiro, na dosagem que atenda a exigência da cultura em nitrogênio e proporcione rendimento máximo, **sem promover contaminação do solo e água subterrânea**, a médio e longo prazo. O restante da complementação dos outros nutrientes e da exigência hídrica será atendida por meio de adubação convencional e irrigação com água limpa visando atender a evapotranspiração da cultura.

REVISÃO DA LITERATURA

Para o uso correto da aplicação de água residuária como fonte de nutrientes, atenção deve ser dada aos elementos aplicados no solo, dentre eles, o nitrato e o sódio. O nitrato é a principal forma de nitrogênio absorvível pelas plantas nos solos minerais. O nitrogênio (N) é um nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, sendo constituinte de proteínas e ácidos nucleicos e, consequentemente, do protoplasma. A utilização de águas residuárias urbanas como fonte de N possibilita aumento na produção, associado com o aumento na absorção de N. Relacionado ao sódio, além de não ser nutriente de planta, os sistemas de tratamento de água residuária existentes no mundo, ou em desenvolvimento, apresentam baixíssima remoção desse elemento. Isso pode comprometer o uso do solo em médio e longo prazos, caso não tenha o devido cuidado na aplicação de água contendo concentrações desse elemento. Aliado a este aspecto, está o risco de contaminação de águas subterrâneas, decorrente da sua lixiviação.

A quantidade de N absorvido pelas plantas via água residuária varia com a quantidade de N aplicado, sendo que, a aplicação de altas doses leva à redução na remoção do N pelas culturas, com cerca de 35 % de utilização quando o N é incorporado e 30 % quando o N é aplicado na superfície. A identificação da correta quantidade de N aplicado ao solo é importante, pois, quantidades excessivas ou insuficientes podem ser prejudiciais à produção das culturas. A recomendação deve seguir as quantidades requeridas para cada cultura, uma vez que a dose de N acima do recomendado pode resultar em contaminação do lençol freático, em razão da lixiviação do nitrato. **Portanto, o monitoramento dos íons NO₃- presentes na solução do solo, pode indicar se o manejo da fertirrigação está sendo efetuado de forma adequada ou até mesmo pode estimar se haverá contaminação de águas subterrâneas, devida à lixiviação.**

METODOLOGIA

Visando atender os objetivos propostos, será conduzido um experimento de campo com as culturas da banana e do algodão, conforme descrito abaixo:

Caracterização do Experimento e Delineamento Experimental

O experimento de aplicação da água residuária nas culturas da bananeira prata anã e do algodão será conduzido em área distante cerca de 220 m da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da COPASA, no município de Janaúba-MG (latitude de 15° 49' 53" S e longitude de 43° 16' 20" W), altitude de 540 m, cujo clima, segundo Köppen é do tipo Aw (tropical chuvoso, com inverno seco).

Os tratamentos utilizados serão relativos ao fornecimento de mistura das águas residuárias, em doses compatíveis com as necessidades da cultura, em termos de adubação nitrogenada, sendo que esta aplicação ocorrerá em cada irrigação, durante o período de cultivo, tendo como base a 3 exigências da cultura em N para obtenção da máxima produtividade, com o cálculo feito após interpretação de análises de solo (CFSEMG, 1999). O atendimento das necessidades hídricas da cultura será feito por complementação da água aplicada, o que será feito por meio de água limpa. A complementação será calculada tomando-se por base o Kc da bananeira e do algodoeiro e a evapotranspiração diária de referência (ET_o), calculados a partir dos dados de uma estação meteorológica portátil, a ser instalada no local do experimento. Será utilizado um tratamento na forma de controle, com água limpa e adubação mineral.

A QUESTÃO SANITÁRIA: RISCO REAL X RISCO POTENCIAL

Todo o experimento se fundamenta nas DIRETRIZES RECOMENDADAS PARA A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ESGOTOS SANITÁRIOS UTILIZADOS NA AGRICULTURA (OMS), de efluentes de série de lagoas de estabilização.

DIRETRIZES RECOMENDADAS PARA A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ESGOTOS SANITÁRIOS UTILIZADOS NA AGRICULTURA (1)					
Categoria	Condições de Aproveitamento	Grupo exposto	Nematóides intestinais(2) (ovos/L)(3)	Coliformes fecais CF/100 mL (4)	Tratamento requerido
A	Culturas consumidas cruas, campos esportivos, jardins públicos	Trabalhadores, consumidores e público geral	≤ 1	≤ 1000 (5)	Série de lagoas de estabilização (ou trat. equivalente)
B	Culturas de cereais, industriais e forrageiras, prados e árvores (6)	Trabalhadores	< 1	Não se recomenda qualquer norma	Lagoas de estabilização por 10 dias (ou trat. equivalente)
C	Cat. B sem exposição de trabalhadores ou público	Nenhum	Não se aplica	Não se aplica	Sedimentação Primária

Complementar a isso se sabe que a dimensão das bactérias está na casa de 1 μm (micra) , dos vírus na casa de 0,1 μm (micra), enquanto os sais minerais absorvidos pelos vasos capilares das plantas se situa na faixa de 0,001 μm (micra), sendo teoricamente impossível que a contaminação passe para o alimento; esta condição será verificada por análises dos frutos com o fim de que esta experiência possa ser reproduzida em escala real, com os cuidados e o manejo adequados (Ver quadro abaixo)

Tabela 2.1 – Dimensões dos principais componentes microscópicos e moleculares presentes em águas naturais e tipos de membranas utilizáveis para a sua separação (Schäfer, 1999).

	Microscopia de força atômica	Microscópio eletrônico	Microscópio ótico	Visível a olho nu
	Matéria dissolvida		Colóides	Matéria suspensa
	Ions	Moléculas	Macromoléculas	Micropartículas Macropartículas
Peso molecular [D] ^a	100	1000	10000	100000
Tamanho [μm] ^b	0,001	0,01	0,1	1
Dimensão do soluto ou da partícula	Sais minerais Ácidos inorgânicos Ácidos orgânicos Ions de metais Pesticidas Aminoácidos Polissacarídeos	Proteínas Pirógenos Vírus Colóide	Eritrócitos Flocos de FeCl ₃ Bactérias/Microalgas	Algas e Protozoários Macrófitas e Zooplânctons Areia Pólen
Processo de separação de membranas ^c	RO NF UF Diálise Eletrodialise	MF		
Processo de separação físico-químico		Ultracentrifugação Centrifugação Coagulação/Floculação/Decantação/Sedimentação Filtração convencional		
Processo de separação com troca de fase		Destilação/Concentração com géis		
Processo de separação química	Troca de íons Extração com solventes Resinas macroporosas Carvão ativado			

^a D: Dalton, medida de peso molecular e um D corresponde ao peso de um átomo de hidrogênio.

^b μm=1x10⁻⁶m.

^c RO: osmose reversa; NF: nanofiltração; UF: ultrafiltração; MF: microfiltração.

RESULTADOS OBTIDOS/ESPERADOS

Com o trabalho em questão, pretende-se proporcionar disposição final mais ambiental e economicamente correta do efluente da estação de tratamento de esgoto, possibilitando destino mais nobre da água do rio Gorutuba aos usuários, localizados a jusante do ponto de lançamento da água residuária, pois sabe-se que mesmo atendendo a legislação vigente (CONAMA, 2005; COPAM/CERH, 2008) há lançamento de poluentes no rio, em sua maioria nutrientes de plantas.

O projeto está em pleno desenvolvimento (início em junho 2012), com a primeira colheita de algodão realizada agora no mês de setembro, verificando-se uma produtividade ótima de 1600 kg/ha com esgoto bruto, 1400 kg com o efluente tratado da ETE com a mesma produtividade do testemunho com adubação convencional, e da média nacional. Análises de solo, material foliar, etc., estão em curso e serão apresentadas no trabalho final. É importante ressaltar que para a expansão em escala real o importante são os resultados do efluente tratado que conforme vimos apresentam resultados satisfatórios em produtividade, mas o monitoramento do solo em teor de nitratos (NO₃-), Sódio (Na), coliformes, ovos de helmintos, etc., é fundamental.

A colheita da banana é esperada para o início do ano que vem e os resultados de produtividade, do solo, etc., serão conhecidos apenas nesta data, incluindo análises do fruto, este item apenas para retirar qualquer suspeita e consolidar a possibilidade de consumo.

CONCLUSÕES

O projeto como um todo sinaliza a possibilidade de Reuso dos esgotos tratados na agricultura e no caso de Janauba, por já estar inserido num projeto de irrigação regional, o PERÍMETRO IRRIGADO DO VALE DO GORUTUBA, torna-se absolutamente factível sua expansão em escala real, numa parceria inédita da COPASA, UNIMONTES e agricultores da região, para o benefício de todos os envolvidos, e principalmente do meio ambiente, podendo ser replicado em outras ETes da COPASA e do Brasil com perfil semelhante.

Com a pressão crescente da sociedade organizada, órgãos e ONGs ambientais, para que se faça Tratamento Terciário nas nossas ETes, esta é uma alternativa real de realização de tratamento terciário, com benefícios diretos e indiretos inquestionáveis, transformando um problema difícil numa solução simples, natural, e de benefícios múltiplos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL E CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS – COPAM/CERH-MG (2008). Deliberação Normativa nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2008.
2. **OMS: DIRETRIZES RECOMENDADAS PARA A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ESGOTOS SANITÁRIOS UTILIZADOS NA AGRICULTURA**
3. MATOS, A. T. Disposição de águas residuárias no solo. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas do Estado de Minas Gerais, DEA/UFV, 2006. 140p. (Série Caderno Didático, 38).
4. FRANCISCO SUETONIO BASTOS MOTA, MARCOS VON SPERLING : Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. PROSAB