

## II-032 - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO AGROPECUÁRIO DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA EMBASA, SITUADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO

**Evanildo Pereira de Lima** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Agrônomo, especialista em Solos e Meio Ambiente e Analista Ambiental da Gerência de Mananciais e Segurança de Barragens da Empresa Baiana de Águas e Esgoto S.A. (Embasa).

**Helder Guimarães Aragão** <sup>(2)</sup>

Cientista da Computação pela UNIT. Especialista em Componentes Distribuídos e Web pela Faculdade Ruy Barbosa. Mestre em Sistemas e Computação pela Unifacs. Professor Adjunto da Estácio FIB. Gerente da Divisão de Geoprocessamento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa).

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Curva do Vinícius, nº 543 - Itapuã - Salvador - BA - CEP: 40.620-110-000 - Brasil - Tel.: (71) 3014.1170 - e-mail: [evanildo.lima@embasa.ba.gov.br](mailto:evanildo.lima@embasa.ba.gov.br)

### RESUMO

Os crescentes problemas de escassez dos recursos hídricos, provocados pelo aumento da demanda devido ao crescimento populacional, a falta de gestão do uso e ao lançamento de esgotos que, mesmo tratados, têm levado ao comprometimento dos mananciais, levaram a que o reúso da água voltasse a ser considerado. Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento das práticas de reúso foi o maior rigor das legislações ambientais em relação ao padrão de qualidade de lançamento dos efluentes e uma maior cobrança da sociedade para que as empresas do ramo do saneamento ambiental evoluam para o uso de técnicas menos impactantes. O estado da Bahia tem cerca de 70% de sua área incluída na região semiárida, onde vive, aproximadamente, a metade da população do estado, sendo que desta, pouco mais da metade vivem em áreas urbanas. As condições climáticas e geológicas do semiárido fazem com que a maioria dos rios seja intermitente, os quais se caracterizam por não ter vazão nos períodos de estiagem, o que requer na maior parte dos meses do ano um nível alto de tratamento para que não haja poluição destes mananciais, tendo em vista que o lançamento do efluente tratado diretamente no talvegue e solos dos cursos de água é ilegal e ambientalmente inadequado. Quanto maior o nível do tratamento, maiores são os custos associados, o que inviabiliza a adoção em grande escala pelas empresas de saneamento ambiental, cujo maior esforço está hoje em dia na ampliação do acesso ao esgotamento sanitário. Este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de reúso com fins agropecuários dos efluentes líquidos tratados pelas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) operadas pela Embasa. Para tanto, foram definidos atributos aos quais foram atribuídos pesos e notas para cada um, obtendo-se uma nota final classificatória do seu potencial de reúso para cada ETE estudada. Aos cinco atributos anteriormente definidos foi acrescido mais um: qualidade do efluente para irrigação, por entender que a qualidade da água de irrigação pode se tornar um fator limitante e pode, inclusive, inviabilizar a prática do reúso de efluentes com fins agropecuários. Com a utilização da ferramenta GIS, associou-se a cada faixa de notas um padrão de cor, aplicado às áreas estudadas. Através da ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica), foram analisadas as relações espaciais entre as ETE's e os respectivos atributos. Entre as quatro estações de tratamento, a ETE de Itaberaba foi a que obteve maior pontuação e, portanto maior potencial de reúso agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento. Tratamento de Esgoto. Reúso Agrícola. Desenvolvimento sustentável. Semiárido. Poluição Hídrica.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de aplicação na agropecuária dos efluentes líquidos tratados pelas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) operadas pela Embasa. Para tanto, foram definidos seis atributos aos quais foram atribuídos pesos e notas para cada um, obtendo-se uma nota final para cada área estudada. Com a utilização da ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica), foram analisadas as relações espaciais entre as ETE's e os respectivos atributos e, no final, associou-se a cada faixa de notas um padrão de cor. Esta ferramenta é específica para tratar dados com componentes espaciais, ou seja, dados que possuem uma referência geográfica com coordenadas. As vantagens na utilização de um SIG em estudos diversos, incluindo a área ambiental, são a visualização espacial dos dados, suas relações de proximidade e distância; bem como a observação visual e gráfica de fenômenos perceptíveis apenas através de imagem.

Na Bahia, o semiárido ocupa uma área de 393.056Km<sup>2</sup>, cerca de 70% da área do estado; sendo o local onde moram 6.453.283 pessoas, aproximadamente metade da população do estado, das quais 53% em áreas urbanas (BRASIL, 2005; IBGE, 2002). Nesta região, nos frequentes períodos de estiagem, há significativa redução de vazão nos poucos rios perenes e, nos muitos rios intermitentes, o fluxo cessa por completo. Nestas condições, o lançamento de efluentes domésticos urbanos nos corpos d'água representa uma certeza de poluição, pois, considerando a razão entre a carga poluente e o volume de água nesta região semiárida, o corpo receptor tem pouca ou nenhuma capacidade de diluição desses efluentes líquidos, mesmo que previamente tratados. Souza e Mota, 1994, estimam que para absorver a carga orgânica lançada nos rios, estes teriam que ter uma vazão correspondente a 40 vezes à vazão dos efluentes. Portanto, para evitar que ocorra poluição nestes rios, o nível do tratamento tem de ser de tal ordem, que os custos associados os inviabiliza enquanto prática de tratamento de esgotos domésticos (SOUZA; MOTA, 1994; SOUZA et al., 2003).

O reúso de águas residuárias na agricultura nestas regiões semiáridas, como técnica de pós-tratamento, possibilita a adoção de técnicas de tratamento de baixo custo, a nível secundário, pois o efluente final, após percolar subsuperficialmente no solo, tem sua carga orgânica poluente reduzida. Isto se dá pelo fato do solo, dentro de sua capacidade e limite de absorção, atuar como meio filtrante [físico e químico], possibilitando que a adsorção do material orgânico em suspensão e dissolvido no efluente facilite pelas argilas eletricamente carregadas estimule a ação microrganismos decompositores que tratam o efluente.

Os microorganismos usam a matéria orgânica contida no efluente como alimento, convertendo-a em matéria mineralizada, nutriente, a qual fica à disposição para absorção radicular da vegetação.

A questão ainda a ser mais bem definida tanto técnica como legalmente, é até que ponto uma classe de solo específica, entre as treze atualmente catalogadas pela Embrapa, consegue absorver e tratar certo volume desse efluente das ETE sem, contudo, perder essa sua capacidade de meio filtrante.

Assim, a aplicação de águas residuárias na agricultura via irrigação, além de propiciar uma fonte permanente de água para a agricultura, possibilitando o desenvolvimento de atividades agrícolas de subsistência e comercial durante todo o ano em regiões onde o desenvolvimento sustentável e a geração de trabalho e renda tem a água como principal fator limitante.

Esse reúso agropecuário com efluentes tratados de ETE também pode permitir o enquadramento dos rios em classes de qualidade compatíveis com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuindo os custos de mitigação da poluição das águas.

Igualmente, além de estimular essa prática não só importante, mas necessária ao estágio atual desenvolvimento da sociedade, o presente trabalho também propõe principalmente o uso de uma metodologia, claramente estabelecida por meio de uma matriz avaliativa do potencial de reúso de ETE, que pode, eventualmente, ser ajustada e adequada às diversas realidades e condições edafoclimáticas.

## **METODOLOGIA**

Foram escolhidos cinco atributos, aos quais foram dadas notas 1, 3 e 5, conforme apresentado no quadro 1.

**Quadro 1- Atributos e Critérios para Escolha de Áreas Propícias ao Reúso**

Atributo	Critério								
	Baixo			Médio			Alto		
Classe de Solo	Neossolo			Argissolo			Latossolo		
	<b>1</b>			<b>3</b>			<b>5</b>		
Relevo	Ondulado			Suave Ondulado			Plano		
	8% a 20%			3% a 8%			0% a 3%		
	<b>1</b>			<b>3</b>			<b>5</b>		
Hidrografia	Muito Próxima			Próxima			Distante		
	Reúso até 500m do curso d'água			Reúso entre 500m e 1.000m do curso d'água			Reúso acima de 1.000m do curso d'água		
	<b>1</b>			<b>3</b>			<b>5</b>		
Aptidão Agrícola	CTC			Ph			Matéria Orgânica		
	0 a 100 mmol/Kg	101 a 250 mmol/Kg	> 250 mmol/Kg	1 a 3	3,1 a 5,5	5,6 a 6,5	< 15 g/Kg	15 a 30 g/Kg	> 30 g/Kg
	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Volume de Efluente	Baixo			Médio			Alto		
	< 5 L/s			5 a 15 L/s			> 15 L/s		
	<b>1</b>			<b>3</b>			<b>5</b>		
Qualidade do efluente	Condutividade Elétrica			Razão Adsorção Sódio			Sais dissolvidos totais		
	> 2,3 Ds/m	0,81 a 2,3 Ds/m	0 a 0,8 Ds/m	> 30 (meq/L ou mmol/L)	13,1 – 30 (meq/L ou mmol/L)	< 13 (meq/L ou mmol/L)	500 – 1.500 (mg/L)	175 – 500 (mg/L)	0 – 175 (mg/L)
	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

A estes seis atributos foram dados pesos, os quais ponderaram as notas obtidas, chegando-se a uma valor final através da fórmula 1, apresentada abaixo.

$$\text{Fórmula 1 : } NF = \frac{NCS \times 4 + NR \times 3 + NH \times 2 + NAG \times 1 + NVE \times 3 + NQE \times 3}{16}$$

Para a definição dos pesos, foram adotados basicamente dois critérios, a saber:

- Riscos potenciais de contaminação, poluição e degradação do ambiente com o efluente tratado;
- Potencial em estimular o desenvolvimento local com práticas agrícolas sustentáveis.

Os atributos Classe de Solo, Relevo, Hidrografia e qualidade do efluente estão diretamente relacionados aos riscos de gerarem contaminação e degradação ambiental, seja potencializando ou limitando esses riscos. Já a aptidão agrícola, que leva em conta principalmente a questão da fertilidade natural dos solos, e o volume de efluente produzido estão, sobretudo, associados ao cenário de desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis.

Os pesos privilegiarem os atributos ligados aos riscos de contaminação e degradação, tendo em vista que apesar de serem efluentes tratados, ainda assim há risco de contaminação e de degradação do solo, sobretudo em relação à persistência de ovos de helmintos viáveis, à instalação de processos erosivos e à salinização.

Os atributos Classe de Solo, Relevo e Qualidade do efluente praticamente determinam a viabilidade da prática do reúso agrícola controlado no quesito ambiental. Lançar mão do reúso sobre uma classe de solo inapropriada e pior, quando associado a um relevo acidentado e um efluente fora dos padrões exigidos para a água de irrigação, é impor o insucesso à prática do reúso. O sistema brasileiro de classificação de solos, feito pela EMBRAPA para enquadramento de diferentes solos em sua respectiva classe, reúne para tanto a grande maioria dos atributos diagnósticos (pH, textura, profundidade, pedregosidade, razão de adsorção do sódio, teores de cátions básicos, teores de matéria orgânica, CTC e etc.) utilizados para diferenciação e categorização

dos mesmos e que influem diretamente na viabilidade da prática da fertirrigação. Por esse motivo, no presente estudo, a esse atributo da classe de solo foi dada grande relevância e maior peso.

Por seu turno, o Relevo, quando acidentado, além de potencializar o transporte, mistura e a contaminação dos cursos superficiais de água com os efluentes tratados, potencializa a degradação dos solos pela instalação de processos erosivos. Relevos mais acidentados propiciam, em tese, o aumento do escoamento superficial e menores taxas de infiltração, predispondo, portanto, o solo a processos erosivos. A esse atributo, também foi dado um peso ambiental relevante na nota final do potencial de reúso da ETE.

Todavia, cumpre registrar, sendo bem criterioso e observando esses dois atributos ambientais anteriormente referidos, que é o que se espera de uma prática feita de forma controlada e responsável de reúso agrícola, o terceiro atributo ambiental, hidrografia, terá sua relevância relativizada. Ou seja, ainda que a prática de reúso controlado ocorra nas proximidades de cursos de água superficiais a observância rigorosa da classe de solo e do relevo permitirá que a prática se desenvolva sem maiores problemas. Todavia, se a única área disponível para a prática do reúso agrícola estiver sobre um solo de classe inapropriada e relevo ondulado o atributo hidrográfico nesse caso deverá ser observado com maior rigor, pois a relevância desse atributo ambiental em relação aos riscos de contaminação serão maiores, tendo nessa condição um peso mais valorizado.

Por sua vez, o atributo Aptidão Agrícola entre os demais é o único que tem o sentido inversamente proporcional ao potencial de reúso, pois, à medida que a fertilidade natural do solo é elevada, menor será seu potencial para o reúso agrícola controlado. Se forem adicionados matéria orgânica e nutrientes, a partir da fertirrigação com reúso, a um solo já naturalmente fértil, menores serão as respostas em termos de produtividade agrícola e maiores serão os riscos de ocorrer um desbalanço químico-nutricional por excesso de nutrientes (cátions básicos e íons metálicos) presentes na solução e/ou adsorvido às argilas e matéria orgânica do solo. Esse atributo, calculado pela média da Capacidade de Troca de Cátions (CTC), do pH do solo e da Matéria Orgânica, recebeu um peso secundário porque, com raras exceções, a fertilidade natural da grande maioria dos solos brasileiros é limitada.

Por sua vez, o atributo Volume de Efluente Produzido pela ETE tem sua relevância associada principalmente à viabilidade econômico-financeira do empreendimento agrícola. Dadas as razoáveis inversões iniciais para aquisição dos equipamentos e materiais de irrigação e o capital de giro necessário para manter, principalmente, os custos com a energia para operação do sistema, supomos haver um volume mínimo de efluente que precise ser produzido pela ETE para que a prática agrícola se justifique na recuperação a curto e médio prazo das inversões realizadas, principalmente quanto ao tamanho de área e a rentabilidade da cultura agrícola escolhida. Por exemplo, para o reúso agrícola de um hectare de banana (*Musa sp.*) com sistema de irrigação localizado por microaspersão operando dez horas diárias durante nove meses do ano (fora do período chuvoso) com energia elétrica para recalcar o efluente, monitoramento do solo e do efluente e o acompanhamento técnico durante três anos foi calculado com preços da Embasa de 2017 como tendo um custo médio de R\$ 99.272,40 (noventa e nove mil duzentos e setenta e dois reais e quarenta centavos).

Desse modo, uma ETE com baixo volume de efluente tratado (< 5 L/s) só poderá fertirrigar áreas de pequenas dimensões com no máximo um hectare que estejam situadas no entorno imediato ou no interior da própria ETE para não necessitar de bombeamento e transporte a maiores distâncias devido aos custos financeiros associados. Talvez, ETE's com vazões de tratamento de efluentes menores sejam mais adequadas à irrigação de cinturões verdes, de paisagismo e gramados implantados no interior da própria estação de tratamento ou no máximo em área de um hectare que seja contígua à ETE. Uma agricultura de subsistência, onde via de regra a finalidade principal do cultivo é o consumo na própria unidade familiar, portanto com fins não comerciais e onde os agricultores são em geral mais descapitalizados, nesse caso não seria recomendável a implantação de sistemas de reúso agrícola prevendo a recuperação do investimento inicial realizado.

Por fim, ressaltamos o atributo Qualidade do efluente, que para o reúso agrícola de efluentes tratados devem ser consideradas como parâmetros os padrões mínimos requeridos para a água de irrigação. A qualidade da água de irrigação costuma ser avaliada com base em três fatores principais: condutividade elétrica (**CE**), razão de adsorção de sódio (**RAS**) e teor de Sólidos Dissolvidos Totais (**SDT**). Os principais problemas que podem ocorrer com o uso inadequado da irrigação são a salinização e a redução da permeabilidade do solo; ambos decorrem do uso de águas com elevados teores de sais. Quanto maior a condutividade elétrica maior a quantidade de substâncias dissolvidas na água. Outro ponto a ser observado é o teor de sólidos totais (**SDT**), parâmetro que também deve ser monitorado nos projetos de reúso agrícola; a literatura aponta que valores

entre **500 e 1000 mg/L de SDT** em águas residuárias para irrigação podem afetar plantas sensíveis como por exemplo a manga e a laranja. Valores elevados de SDT associado a pH elevados do efluente (>7), também podem causar entupimentos nos equipamentos de irrigação (aspersores, microaspersores e gotejadores). Em geral pH elevados propiciam a precipitação de carbonatos e de sais à base de ferro que podem causar esses entupimentos.

Considerando as vantagens da ferramenta SIG, já citadas, visando uma melhor interpretação dos critérios definidos no Quadro 1, neste trabalho, foi utilizada a ferramenta livre de SIG denominada QuantumGIS. Com esta ferramenta, foram separadas as áreas dentro de cada atributo, isoladamente, de modo a permitir a pontuação dentro de cada atributo, nas proximidades das ETE das cidades de Itaberaba, Rui Barbosa, situadas na região do Piemonte do Paraguaçu; bem como Lençóis e Palmeiras, situadas na região da chapada diamantina, como mostram as figuras 1 e 2.

## RESULTADO

Com as notas atribuídas, obteve-se uma nota final, como mostrado no quadro 2.

**Quadro 2 – Avaliação do Potencial de Aplicação de Efluentes na Agricultura**

Cidade ETE	Classe de Solo	Relevo	Hidrografia	Aptidão Agrícola	Volume Efluente	Qualidade Efluente*	Nota Final
Itaberaba	5	2	5	5	4	3	4
Ruy Barbosa	3	3	3	3	4	3	3
Lençóis	5	1	3	4	1	4	3
Palmeiras	1	1	3	4	1	3	2

**\*\*Nota:** Tendo em vista não ter sido possível a análise em laboratório do indicador Condutividade Elétrica, para atribuição da nota final de cada ETE do parâmetro “Qualidade do Efluente” só foram considerados os indicadores RAS e SDT.

A partir da nota final, foram criados mapas especiais denominados de mapas temáticos, os quais permitem a classificação espacial dos dados, dividindo-os em cores. O potencial de reúso, dado pela nota final, foi classificado em forte, representado pela cor vermelha; médio, representado pela cor amarela; e baixo representado pela cor verde.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro (cartilha). Brasília: Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, 2005a. 35f;
2. FLORENCIO, Lourdinha, AISSE, Miguel Mansur et al (Coord.). Reúso das Águas de Esgoto Sanitário, inclusive tecnologias de tratamento para esse fim. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006, 427p;
3. IBGE. Área territorial oficial, Resolução da Presidência do IBGE de n° 5 (R.PR-5/02) de 10 de outubro de 2002;
4. RAIJ, B. Van. Avaliação da Fertilidade do Solo: Piracicaba/SP. Instituto Potassa & Fosfato, 1981, 142p;
5. SOUZA, Francisco Gláucio Cavalcante de et al. Padrão de emissão para rios intermitentes – enfoque ao semiárido do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., Joinville, 2003. Anais... Joinville: ABES, 2003;
6. SOUZA, Raimundo Oliveria de; MOTA, Francisco Suetônio. Qualidade e Conservação da Água com Vistas ao Desenvolvimento Sustentável no Semiárido Nordeste. Projeto Áridas. Brasília: SEPLAN/PR, 1994. 52p.