



Análise Físico-Químico da Qualidade de Efluentes para Fins de Reuso na Irrigação no Município de Iguatu – CE

Kellison Lima Cavalcante¹, Wlisses Matos Maciel², Harine Matos Maciel², Maria Jardenes de Matos², Marcone Sampaio de Oliveira², Antônio Albanir Castro Pinheiro Filho³

¹ Mestrando em Tecnologia Ambiental – ITEP, Recife-PE. e-mail: kellisoncavalcante@hotmail.com.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE /Campus Iguatu. e-mail: wlisses@ifce.edu.br

³ Aluno do Curso Técnico em Agropecuária do IFCE/Campus Iguatu. e-mail: albanir.castro@yahoo.com

Resumo: O reuso de água na agricultura com a aplicação de efluentes tratados pode garantir a produtividade e a sustentabilidade das culturas irrigadas. Este trabalho objetivou a caracterização da qualidade dos efluentes da ETE Iguatu-CE, analisando os parâmetros físico-químicos recomendados para uso de esgotos na agricultura. Foram realizadas três coletas no ponto de despejo dos filtros de tratamento da ETE avaliando a qualidade físico-química, através da salinidade, infiltração, toxicidade e outros problemas relacionados a água de irrigação. Para interpretação dos dados utilizou-se a metodologia de Ayers & Westcot (2003), que apresentam diretrizes para interpretar a água para irrigação. A análise apresentou teores de CE (1,23 dS/m), TSD (789,7 mg/L), RAS (3,07) Na⁺ (5,79 mmol/L), Cl⁻ (9,79 mmol/L) e HCO₃⁻ (3,39 mg/L) que classificam os esgotos no grau de restrição ao uso na irrigação de fraco à moderado e caracterizando uma água C3S1, de alta salinidade e baixa infiltração.

Palavras-chave: Água, efluente tratado, irrigação, reuso

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial, seja como componente de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais ou com valor econômico como fator de produção de bens de consumo e nas atividades agrícolas em larga escala. Encontra-se disponível sob várias formas e é uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo cerca de 70% da superfície do planeta. É encontrada principalmente no estado líquido, constituindo um recurso natural renovável por meio do ciclo hidrológico. Todos os organismos necessitam de água para sobreviver e manter várias atividades que se desenvolveram ao longo dos tempos, sendo a sua disponibilidade um dos fatores mais importantes a formar o cenário mundial atualmente.

Segundo Leite (2003), a demanda atual de água para o setor agrícola brasileiro representa 70% do volume total captado, com forte tendência para chegar a 80% em 2010. Assim, a aplicação de água de reuso em áreas agricultáveis torna-se uma forma efetiva de controle da poluição e uma alternativa viável para a disponibilidade hídrica.

Os esgotos tratados contêm diversos componentes, os quais provêm da própria água e de ambientes naturais e concentrações que foram introduzidas a partir de atividades humanas e industriais. Para uma interpretação correta da qualidade da água para irrigação, quatro aspectos importantes devem ser considerados: salinidade, sodicidade, toxicidade e outros (pH e HCO₃⁻) (AYERS & WESTCOT, 1985 apud BRITES, 2008). Estas variáveis são fundamentais na determinação da qualidade da água de reuso que será destinada a irrigação.

Assim, pode-se afirmar que os esgotos tratados quando aplicados ao solo para a irrigação de culturas pode substituir totalmente a água de irrigação e parcialmente a adubação através de alguns minerais presentes (SOUSA, 2004). Porém, a utilização das técnicas de reuso de água na irrigação deve ter a sua qualidade físico-química adequada ao uso de acordo com os critérios e padrões recomendados. De acordo com Telles & Costa, 2010, a água de reuso, tende a apresentar-se como uma



alternativa às condições de disponibilidade hídrica, inserindo-se no contexto do desenvolvimento sustentável, propondo o uso dos recursos naturais de maneira equilibrada e sem prejuízos.

Os critérios de qualidade para reuso são baseados em requisitos de usos específicos, levando em consideração aspectos estéticos, ambientais e econômicos e na proteção a saúde pública (SOUSA, 2004). O reuso de água na agricultura com a aplicação de esgotos tratados tem o objetivo de garantir a produtividade e a sustentabilidade das culturas irrigadas (BENETTI, 2006). Mas é possível, adotando-se técnicas e práticas que avaliem possíveis impactos negativos ao sistema agrícola, bem como problemas ambientais e riscos a saúde pública, e suas medidas mitigadoras.

Desta forma, objetivou-se a caracterização da qualidade da água de efluentes da ETE do Município de Iguatu-CE, caracterizando as diretrizes físico-químico recomendadas para uso de esgotos na agricultura em projetos de irrigação, considerando o aumento da produtividade, a racionalização da água e minimização de impactos ambientais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir do conceito de que o reuso de água é, atualmente, uma grande área de investigação que possibilita novas técnicas de tratamento e destinação final dos recursos hídricos. Assim, a metodologia aplicada baseou-se no levantamento de informações e dados obtidos em pesquisa bibliográfica e documental, bem como na análise da viabilidade de aplicação de esgotos tratados na agricultura irrigada no município de Iguatu-CE.

O município de Iguatu-CE localiza-se na região Centro-Sul do Estado do Ceará entre o Paralelo de 06° 21' 32" Sul e o Meridiano de 39° 17' 56" Oeste, configurando-se como o principal polo econômico da região, devido as atividades industriais e principalmente a agricultura. A cidade é circundada de lagoas, tais como: Lagoa da Telha, Lagoa de Iguatu, Lagoa da Bastiana, Lagoa do Barro Alto, etc. Além das lagoas, a cidade fica à margem esquerda do Rio Jaguaribe, o qual teve importante papel no povoamento do interior cearense.

O trabalho foi iniciado a partir da coleta e avaliação físico-química dos efluentes tratados pela Estação de Tratamento de Esgotos de Iguatu-CE e despejados no rio Jaguaribe.

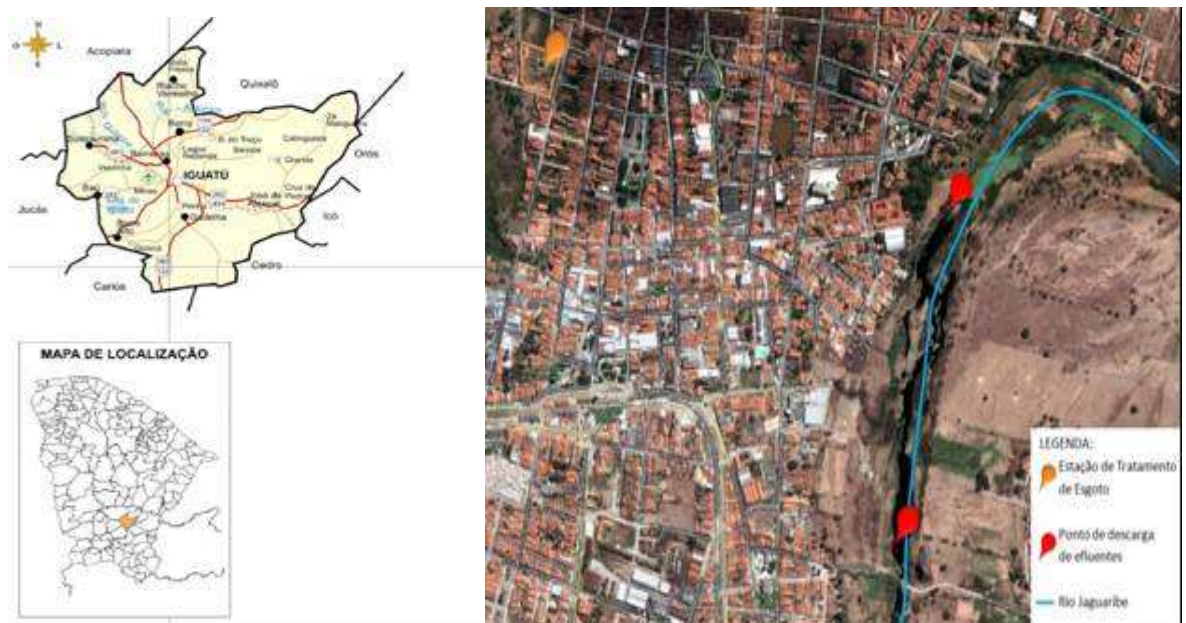


Figura 1 - Localização da área de pesquisa.



A ETE de Iguatu recebe os esgotos sanitários da área urbana do município para realização do tratamento com filtros de carvão ativo (ultimo estágio do tratamento de efluentes – tratamento terciário) e despeja o resultado do tratamento para o rio Jaguaribe, onde muitas comunidades ribeirinhas utilizam as suas águas para diversas atividades, inclusive para irrigação de pequenas propriedades agrícolas. A ETE utiliza um reservatório para sedimentação de partículas com a finalidade de remover resíduos finos em suspensão nos efluentes e encaminha para os quatro filtros de carvão ativo para o tratamento dos esgotos, com a retenção das partículas orgânicas e inorgânicas menores. A água que sai dos filtros foi o ponto de coleta para a avaliação físico-química.



Figura 2 - Sistemas de recebimento de esgoto bruto (esquerda) e filtragem e tratamento (direita)

Foram realizadas 3 (três) coletas em dias diferentes do mês de dezembro de 2011, considerado o de maior fluxo de esgotos na ETE, e cada coleta foi dividida em duas amostragens, uma em garrafas pet de 2000 mL (foi realizada a tríplice lavagem dos recipientes com a água da fonte de coleta) para a análise físico-química. Após a coleta a análise físico-química foi realizada no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais do Instituto Federal do Ceará, Campus Iguatu.

A avaliação físico-química compreendeu a análise de quatro principais categorias de problemas associados à água de irrigação: Salinidade, Toxicidade, Infiltração e outros, sobretudo aos efeitos ao longo prazo da qualidade da água sobre a produção das culturas, nas condições e manejo agrícola, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros para avaliação físico-química da água

Crítérios	Parâmetros avaliados
Salinidade	– Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L);
	– Condutividade Elétrica (dS/m);
Toxicidade	– Sódio (mg/L);
	– Cloreto (mg/L);
	– Sódio (mmol/L);
Infiltração	Cálcio (mmol/L);
	Magnésio (mmol/L);
	Razão de Adsorção de Sódio – RAS;
	Bicarbonato (mg/L);
Outros	pH;

Fonte: Resultados da pesquisa



A avaliação físico-química compreendeu a análise de quatro principais categorias de problemas associados à água de irrigação: Salinidade (Total de Sólidos Dissolvidos e Condutividade Elétrica), Toxicidade (Sódio e Cloreto), Infiltração (Sódio, Cálcio, Magnésio e Razão de Adsorção de Sódio) e outros elementos (Bicarbonato e pH), sobretudo aos efeitos ao longo prazo da qualidade da água sobre a produção das culturas.

Os parâmetros foram avaliados de acordo com as recomendações da Fundação Nacional de Saúde. As determinações de cálcio e magnésio ($\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$) e de cloreto (Cl^-) foram obtidas por titulação com a solução padrão de EDTA a 0,01M e solução padrão de Nitrato de Prata (AgNO_3) a 0,0141N, respectivamente. O sódio (Na^+) foi determinado no fotômetro de emissão de chama. O bicarbonato (HCO_3^-) foi obtido por titulação com solução padrão de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 0,02 N e a condutividade elétrica (CE) foi obtida com um condutivímetro de bancada. O pH foi determinado através do contato do potenciômetro PHTEC com a amostra. Com os resultados das análises, os mesmos foram inseridos no software Qualigraf pelo diagrama de Piper, para obter a Razão de Adsorção de Sódio e classificar e comparar os distintos grupos de águas. Para a comparação da análise físico-química foi utilizada a metodologia proposta por Ayers & Westcot (2003) apud Brites (2008), que apresenta diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de vários tipos de água na irrigação, principalmente com a técnica do reuso de esgotos tratados, tornou necessária a elaboração e a avaliação de alguns parâmetros para a adequação da água à sua finalidade. Para a interpretação da qualidade para irrigação a Tabela 2 apresenta os valores indicados nas análises. Essas variáveis são fundamentais na determinação da qualidade agrônômica da água, principalmente para o reuso de efluentes.

Tabela 2 - Resultado da análise físico-química das amostras de esgotos da ETE de Iguatu-CE.

Indicador	Identificação das amostras			
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
CE (dS/m)	1,42	1,14	1,14	1,23
TSD (mg/L)	909	730	730	789,70
Cl^- (mmol _c /L)	9,60	9,88	9,88	9,79
Na^+ (mmol _c /L)	5,65	5,87	5,87	5,79
Ca^{2+} (mmol _c /L)	3,49	3,39	3,39	3,42
Mg^{2+} (mmol _c /L)	3,50	3,80	3,80	3,70
RAS	3,02	3,10	3,10	3,07
HCO_3^- (mg/L)	3,36	3,40	3,40	3,39
pH	6,5	6,5	6,5	6,5

Fonte: Resultados da pesquisa

De acordo com o software Qualigraf do Laboratório de Água, Solos e Tecidos Vegetais do Instituto Federal do Ceará, Campus Iguatu as amostras coletadas na ETE de Iguatu-CE foram classificadas em C3S1 de acordo com o Diagrama de Classificação das Águas para Fins de Irrigação



(RICHARDS, 1954 apud HESPANHOL, 2002) em relação aos riscos de salinidade (depende da concentração total de sais solúveis, através da CE ou TSD) e de sodicidade (obtido através da RAS, com os teores de Ca^{2+} , Na^+ e Mg^{2+}).

Considera-se uma água classificada em C3 como de alta salinidade, afetando a disponibilidade de água à cultura e, portanto o desenvolvimento e produção das plantas e a qualidade do produto, se manifestando principalmente na redução do número de plantas e no desenvolvimento das culturas, com sintoma similar ao causado por estresse hídrico (REICHARDT, 1990).

A classificação da água em S1 define uma água de baixa sodicidade ou com baixa concentração de sódio. A sodicidade refere-se ao efeito do sódio, presente na água de irrigação, com danos nas suas propriedades físico-químicas, provocando problemas de infiltração da água no solo e sua disponibilidade para as plantas (REICHARDT, 1990).

Os problemas de toxicidade, geralmente, complicam e potencializam os problemas de salinidade e infiltração, pois a acumulação de Cloreto e Sódio, principalmente, em concentrações elevadas demora certo tempo e os sintomas visuais dos danos desenvolvem-se muito lentamente para serem notados (HESPANHOL, 2002).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) o limite máximo de cloreto na água para irrigação é de 250 mg/L, porém foi identificada uma quantidade de 9,79 mmol/L, ou seja, 347,55 mg/L nas amostras coletadas. Assim, por não ser retido ou adsorvido pelas partículas do solo, este elemento desloca-se facilmente com a água deste, sendo absorvido pelas raízes e transportado às folhas, onde se acumula pela transpiração. Se a concentração excede a tolerância da planta, produzem-se danos com sintomas característicos, como a necrose e queimaduras que têm início no ápice das folhas.

Já a toxicidade do Sódio é representada, de acordo com (PEARSON, 2003 apud BRITES, 2008), com teores acima de 3,0 mmol/L. As amostras apresentaram teores 5,79 mmol/L, caracterizando riscos de toxicidade se a água for utilizada na irrigação, podendo ocorrer queimaduras ou necroses nas plantas, ocorrendo ao longo das bordas das folhas.

Nas águas com teores altos de íons de Bicarbonatos, há uma tendência de precipitação do cálcio e do magnésio, sob a forma de carbonatos, reduzindo a concentração destes na solução do solo. O problema com relação ao bicarbonato na água de irrigação é que quando o solo seca, entre uma irrigação e outra, uma parte do bicarbonato precipita como CaMg^+CO_3 removendo assim, o cálcio e o magnésio da água do solo aumentando a proporção relativa de sódio (BENETTI, 2006). O uso com teores elevados de bicarbonato devem ser evitados, principalmente quando for utilizado o sistema de irrigação por aspersão, devido aos problemas de incrustações que este provoca nas folhas, flores e frutos. De acordo com o Ayers & Westcot (1985) apud Brites (2008) teores de Bicarbonato acima de 8,5 mmol/L classificam a água como grau severo à restrição ao uso na irrigação, as amostras coletadas apresentaram 3,39 mmol/L, considerada de fraco à moderado.

No caso das águas para irrigação, Ayers & Westcot (1985) apud Brites (2008) recomendam uma faixa normal de pH entre 6,5 e 8,4, com isso as amostras coletadas apresentaram pH de 6,5.

Avaliando os dados obtidos na análise físico-químico os efluentes tratados da ETE de Iguatu-CE enquadram-se no grau de Fraco à Moderado em relação a restrição ao uso da água dos efluentes tratados na irrigação. Desse modo, existem parâmetros que estão nas faixas recomendadas e os que estão fora, mas que precisam ser ajustados e tratados para a devida adequação ao uso na irrigação.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os parâmetros físico-químicos a água foi classificada como de alta salinidade e de baixa sodicidade, enquadrando-se num grau de restrição ao uso na irrigação considerado de fraco à moderado. Com isso, se usados na irrigação, os esgotos da ETE Iguatu-CE podem afetar a



disponibilidade de água à cultura e o seu desenvolvimento e produção. Os teores elevados encontrados nas análises complicam e potencializam os problemas de salinidade e infiltração. O pH foi considerado normal, sem interferência nos processos de tratamentos dos esgotos e sem riscos na distribuição de água às plantas. É necessário o controle sanitário desses esgotos, adotando-se medidas e ações imediatas no tratamento de dejetos, o saneamento básico e a manutenção e distribuição da água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Iguatu – SAAE e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE/Campus Iguatu pelo apoio na pesquisa.

REFERÊNCIAS

BENETTI, A. D. **Reúso de águas residuárias na agricultura: cenário atual e desafios a serem enfrentados.** In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA, 2, 2006, Passo Fundo. Anais. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. p. 160-175.

BRASIL. Resolução **CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. 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. Diário Oficial da União, Brasília, v. 2, n. 1, p. 33, 17 mar. 2005. Seção 1, p. 33-36.

BRITES, C. R. C. **Abordagem multiobjetivo na seleção de sistemas de reúso de água em irrigação paisagística no Distrito Federal.** 2008. 280 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos.** *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95, out./dez. 2002.

LEITE, A. M. F. **Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos.** 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas.** São Paulo: Manole, 1990. 188 p.

SOUZA, M. A. A. A imposição ambiental como fator indutor da implantação do reúso da água. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO OESTE, 3, 2004, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2004. p. 75-95.

TELLES, D. A.; COSTA, R. P. (Coord.) **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 408 p