

**ESTIMATIVA DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL ATRAVÉS DO REÚSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS TRATADAS NO INTERIOR DO CEARÁ**

**Alana Karen Damasceno Queroga<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. e-mail: [alanakrn@gmail.com](mailto:alanakrn@gmail.com)

**Marjory Barbosa Leite Tavares<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mail: [marjorytavares14@gmail.com](mailto:marjorytavares14@gmail.com)

**Maria Nayza Thayná Nunes Gomes<sup>(3)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. e-mail: [nayzanunesgomes@hotmail.com](mailto:nayzanunesgomes@hotmail.com)

**Antônio Olívio Silveira Britto Júnior<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará. e-mail: [olibritto@gmail.com](mailto:olibritto@gmail.com)

**Leonardo Lima Bandeira<sup>(3)</sup>**

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária. Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mail: [leonardolbandeira@gmail.com](mailto:leonardolbandeira@gmail.com)

## RESUMO

A maioria das estações de tratamento encontra-se trabalhando acima de sua capacidade e requerendo um aumento de vazão em função da demanda que aumenta diariamente. Uma grande parte dessas estações utiliza, tradicionalmente, o sulfato de alumínio como coagulante primário e poucas vezes usam algum tipo de polímero como auxiliar de floculação. Procurando atender aos padrões de qualidade exigidos e a sobrecarga que, muitas vezes, é inevitável, observa-se que em cada caso haverá um coagulante e/ou um auxiliar de floculação mais adequado a essas situações. Assim, faz-se necessário que se investigue em laboratório, por meio de novas metodologias, os produtos que aplicados à água bruta possibilitam obter água tratada com qualidade, em quantidade satisfatória, visando sempre o menor custo. Sendo assim, o presente trabalho vem relatar um estudo realizado em uma estação de tratamento de água projetada para a vazão nominal de 120 L/s, porém, funcionando com 158 L/s, apresentando água decantada com altos valores de turbidez e cor, sobrecarregando os filtros. Os estudos realizados nessa estação resultaram não só a melhoria da qualidade da água decantada e filtrada como também possibilitou o aumento de sua capacidade com razoável economia dos produtos químicos que atuam na coagulação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Melhoria da Qualidade, Água com Alcalinidade, Coagulante Adequado.

## INTRODUÇÃO

O reúso de água é uma prática sustentável que vem se difundindo pelo mundo. Segundo Mota, Aquino e Santos (2007, p. 26), “em muitos lugares do mundo como China, México, Israel, Austrália, etc., o reúso de água já é um importante componente no planejamento e implementação de programas de recursos hídricos.” O reúso pode ser realizado de forma individual ou coletiva, esta última apresentando impactos econômicos e ambientais significativamente maiores.

Entre as práticas de reúso coletivo destacam-se a reutilização de águas residuárias tratadas na irrigação de culturas, de áreas de parques e de campos esportivos, nas indústrias, na dessedentação de animais, no uso recreacional, na aquicultura, e nos usos urbanos como a irrigação de áreas verdes, lavagem de ruas e o combate a incêndios (MOTA; AQUINO; SANTOS, 2007).

No Ceará as longas estiagens prejudicam a vida de milhares de famílias, principalmente no interior do Estado. Plantações arruinadas e animais morrendo de sede e de fome formam o cenário nos anos mais secos.

Atualmente a volume médio das bacias hidrográficas no Estado do Ceará encontra-se na faixa de 14,5% da sua capacidade total (CEARÁ, 2015).

O Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio representa cerca de 23,0% do PIB da economia brasileira, resultando R\$ 1,1 trilhão. Desse valor, 70% consistem nas atividades agrícolas e 30%, na pecuária. Esse resultado mostra a ocorrência de uma expansão, além das lavouras e da pecuária, do setor de insumos, como máquinas, equipamentos e fertilizantes (BRASIL, 2014). No Ceará, tem crescido um polo de agricultura irrigada, dirigida principalmente à exportação.

O reúso pode ser uma importante ferramenta na prática da agricultura sustentável, pois possibilita a redução de escassez no mundo, a melhoria de qualidade de vida e das condições sociais no meio agrícola. No entanto, o reúso para irrigação não pode ser praticado de forma negligente, pois existem riscos ao trabalhador; ao meio ambiente, como a salinização do solo e a poluição das águas subterrâneas; e à cultura irrigada, que precisa ser resistente aos elementos químicos e biológicos presentes no efluente (CAIXETA, 2010). Por conta disso, para reutilizar o efluente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) na irrigação é necessário analisar a qualidade e a vazão do efluente, as características do solo e da cultura, e tomar medidas preventivas para reduzir o contato do efluente com o trabalhador e com os moradores da região onde será feita a irrigação.

As seguintes propriedades do solo, entre outras, podem ser diretamente afetadas pelo reúso de águas via irrigação:

- a) Químicas: Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Capacidade de Troca de Ânions (CTA), pH, Condutividade Elétrica (CE), e concentrações de sais do perfil (incluindo os nutrientes essenciais às plantas, sais e metais pesados);
- b) Biológicas: conteúdo de matéria orgânica;
- c) Físicas: estrutura e densidade do solo. (MOTA; AQUINO; SANTOS, 2007, p. 106)

Tendo em vista o clima desfavorecido do Ceará e os problemas socioambientais supracitados, o presente artigo teve como objetivo avaliar o potencial de reutilização do efluente de estações de tratamento de esgoto localizadas no interior do Estado do Ceará (Brasil) para irrigação de culturas, bem como identificar o tipo de irrigação para o qual esse efluente poderia ser aplicado, as culturas mais indicadas, e calcular a economia que seria gerada com essa reutilização.

## **MÉTODOS UTILIZADOS**

A metodologia consistiu em uma pesquisa acerca dos critérios utilizados para verificar a qualidade de água para irrigação restrita e irrestrita. Em seguida, foram observadas em que condições de qualidade e vazão que as ETEs presentes nas regiões rurais do Estado se encontram, tomando como referência dados bibliográficos.

Caixeta (2010) levantou os dados junto à CAGECE e Gerência de Controle de Qualidade (GECOQ). Os sistemas se classificaram em 5 grupos:

Grupo 1: sistemas tipo lagoa de estabilização

Grupo 2: sistemas do tipo decanto-digestor seguido de filtro anaeróbico e desinfecção

Grupo 3: sistema do tipo reator UASB seguido de desinfecção

Grupo 4: sistema do tipo de lagoa de estabilização em operação no interior do estado

Grupo 5: sistemas do tipo lagoa de estabilização em operação na região metropolitana de Fortaleza.

Os dados das ETEs foram analisados levando em conta os critérios de qualidade da Portaria 154 da SEMACE e a vazão, bem como foram observados os valores de Condutividade Elétrica a fim de verificar o risco de salinização do solo (REICHARDT, 1990 apud ARAÚJO, 2000, p. 35).

## **RESULTADOS**

### **SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

A partir de Caixeta (2010) foi realizada a seleção das ETEs, levando em consideração os critérios: localização, vazão e qualidade dos efluentes.

Observou-se que os sistemas do grupo 1 apresentavam elevada concentração de carga orgânica portanto, o efluente gerado não atendia às recomendações para a prática de reúso. Os sistemas dos grupos 2 e 3 são de pequeno porte e estão localizados na área urbana, na sua maioria sem área disponível para readequação, por estarem inseridos na comunidade, logo, não possuem potencial para reúso na agricultura. Os sistemas do grupo 4 estão localizados em áreas isoladas da comunidade e possuem vastas áreas no entorno para realizar readequação, se necessário, e também para implantação de reúso na agricultura e na piscicultura. Os sistemas do grupo 5 localizam-se na região metropolitana de fortaleza, e apesar da maioria estar na circunvizinhança da comunidade, possuem uma boa qualidade, e possuem área para readequação da ETE, apresentando potencial para a prática do reúso urbano e industrial. Assim, apenas o grupo 4 será avaliado.

O potencial calculado nesse artigo está subestimado pois à época das análises cujos dados foram utilizados, grande parte das ETEs desse grupo não havia atingido a carga plena por possuir pouco tempo de operação. Devido ao afastamento das áreas urbanas, as ETEs do grupo 4 apresentam um grande potencial para reúso, principalmente agrícola e podem servir de instrumento para a convivência com a seca devido ao estresse hídrico e a presença de agricultores.

### **PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA REÚSO**

O Art. 4º da Portaria Nº 154/2002 da SEMACE, que “dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras” estabelece os seguintes padrões para efluentes provenientes de sistemas de lagoas de estabilização:

- I - pH: entre 7,5 à 10,0;
- II - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da amostra filtrada em filtro de fibra de vidro e poro com diâmetro ( $\emptyset$ ) entre 0,7 à 1,0  $\mu\text{m}$ : 60,0 mg/L;
- III - Demanda Química de Oxigênio (DQO) da amostra filtrada em filtro de fibra de vidro e poro com diâmetro ( $\emptyset$ ) entre 0,7 à 1,0  $\mu\text{m}$ : 200,0 mg/L;
- IV - Sólidos em suspensão: 150,0 mg/L;
- V - Oxigênio dissolvido > 3,0 mg/L.

O Art. 6º da referida portaria estabelece os seguintes parâmetros para a “reutilização de efluentes de origem doméstica em atividades agrônômicas (irrigação e drenagem, dessedentação de animais e aquicultura)”:

- a) Coliformes fecais < 5000 CF/100 mL;
- b) Ovos de geohelmintos < 1ovo/L de amostra;
- c) Condutividade elétrica < 3000  $\mu\text{S/cm}$ .

A condutividade elétrica está relacionada à salinização do solo, que constitui uma das principais preocupações quando se fala em irrigação no semiárido, um problema socioambiental grave, que gera terrenos inférteis em espaços agricultáveis. A salinidade do solo constitui um dos fatores mais limitantes para a agricultura irrigada. “Os efeitos da salinidade não são iguais para todas as culturas, depende de sua tolerância, e são manifestados quase sempre na perda do estande, redução da taxa de crescimento, redução ou perda total da produtividade” (BRASIL, 2015).

**Tabela 1: Qualidade da água de irrigação quanto ao risco de salinidade**

Qualidade	Condutividade $\mu\text{S/cm}$ a 25 °C	Risco de salinidade
A	< 750	Baixo
B	750 a 1500	Médio
C	1500 a 3000	Alto
D	> 3000	Muito Alto

Fonte: Modificado a partir de REICHARDT (1990 apud ARAÚJO, 2000, p. 35)

A escolha dos parâmetros adotados para a determinação do potencial nesse artigo levou em consideração a utilização do efluente apenas para irrigação na modalidade restrita e o risco de salinização do solo. Dessa forma, foram adotados os seguintes padrões:

- 1) pH entre 7,5 e 10;
- 2) sólidos totais suspensos (STS) < 150,0 mg/L; e
- 3) condutividade elétrica < 1500  $\mu$ S/cm (risco de salinidade baixo ou médio).

## CÁLCULO DO POTENCIAL DE REÚSO

Tabela 2: Dados médios das ETES do grupo 4 no período de 2000 a 2008

Sistemas	pH	Condutiv. ( $\mu$ S/cm)	Risco de salinização	STS (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Vazão Média (L/s)
Aracapé	8,70	ND	ND	143,00	129,3	326,53	ND	19,5
Acopiara	8,60	1094,0	B	115,30	113	314,6	ND	22,3
Acaraú	8,40	1210,0	B	114,40	92,8	241,8	ND	38,8
Aquiraz	8,44	667,3	A	161,58	88,81	171,16	8,10E+03	68,6
Aurora	8,50	1413,5	B	87,40	98,2	231,7	0,00E+00	30,7
Beberibe	9,40	ND	ND	140,70	104,5	313,3	ND	19,0
Campo Sales	9,40	ND	ND	98,90	85,2	198,5	ND	61,3
Catarina	8,06	1389,0	B	326,57	310,53	486,61	ND	4,2
Crateús	8,86	593,0	A	187,56	114,23	344,04	3,80E+02	12,6
Guaiúba	8,50	1413,0	B	87,40	98,2	231,7	ND	19,5
Itapipoca	8,54	1005,0	B	117,80	82,48	205,88	6,90E+00	128,0
Jijoca	9,75	ND	ND	69,00	53,15	242,9	ND	5,8
Juazeiro do Norte	8,20	1212,6	B	163,14	86,52	193,01	1,90E+04	260,8
Mauriti	8,10	ND	ND	322,40	178,9	359,3	ND	18,3
Missão Velha	9,39	799,0	B	236,00	115,36	352,96	2,00E+02	20,0
Nova Jaguaribara	8,50	ND	ND	231,60	141,2	481,3	8,20E+04	10,4
Pacajus	8,10	5457,0	D	219,20	143,6	336,8	1,10E+07	ND
Pacatuba	8,67	ND	ND	66,89	89,82	219,2	ND	31,4
Paraipaba	7,80	1094,0	B	100,70	128,3	275,3	6,50E+02	15,9
Paracuru	8,80	460,0	A	82,80	74	186,9	8,50E+03	34,4
Campo Novo-	8,10	2217,1	C	281,20	88,2	275,3	1,60E+05	10,9
Russas	9,90	1690,3	C	122,20	96,8	281	5,20E+05	19,0
São Benedito	8,67	660,0	A	92,33	83,55	177,75	7,00E+04	10,7
São Gonçalo do	8,90	1323,0	B	63,20	72,6	131,4	7,10E+04	23,5
Pecém - São Gonçalo do Amarante	9,90	ND	ND	34,00	79,1	172,5	2,10E+04	9,8
Tabuleiro do Norte	7,60	871,3	B	204,70	156,6	434	8,20E+04	36,3
Trairi	8,20	886,0	B	112,90	154,4	293,1	ND	12,3

Fonte: Modificado a partir de CAIXETA, 2010, p. 141

Após a comparação dos dados com os padrões estabelecidos, foi observado que 10 ETES estariam aptas para o reúso na irrigação (destacadas na Tabela 2), são elas: Acopiara, Acaraú, Aurora, Guaiúba, Itapipoca, Paraipaba, Paracuru, São Benedito, São Gonçalo do Amarante, Trairi. A soma da vazão das ETES supracitadas é 336,1 L/s. Essa vazão resulta em um volume de aproximadamente 870 mil m<sup>3</sup> mensais, que seria o volume de água potável economizada na irrigação, e disponível para outros usos mais exigentes, se esta fosse substituída pela água de reúso.

Além de serem observados esses parâmetros de qualidade, a escolha da cultura a ser irrigada com água de reúso deve ser feita de forma cuidadosa levando em consideração que “no que concerne à capacidade do efluente fornecer nutrientes essenciais às plantas, é importante observar que, ao contrário dos fertilizantes químicos industrializados, os primeiros não possuem concentrações de nutrientes controladas.” (MOTA; AQUINO; SANTOS, 2007, p. 103) Além disso, os altos níveis de nitrogênio geralmente presentes nos efluentes favorecem o crescimento vegetativo das plantas, o que é ideal para as culturas forrageiras. (ARAÚJO, 2000)

O tipo de irrigação utilizada também é de suma importância. Recomenda-se sempre evitar a irrigação por aspersão, que pode dispersar micro-organismos patogênicos no ar e atingir a comunidade do entorno, e adotar outras modalidades como gotejamento ou subsuperficial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A agricultura é tipicamente considerada um dos campos onde a irrigação de culturas com esgoto tratado apresenta grande potencial, sobretudo para o desenvolvimento agrícola em áreas áridas e semiáridas.

Os esgotos domésticos são compostos principalmente por água, porém rica em nutrientes se comparada às águas naturais. A aplicação dos nutrientes contidos nos esgotos ou efluentes tratados pode reduzir, ou mesmo eliminar, a necessidade de fertilizantes comerciais.

É fácil perceber que a quantidade de água que se pode dispor para irrigação, utilizando-se os esgotos sanitários, é considerável e pode ser uma alternativa, principalmente para regiões áridas e semi-áridas, que dispõem de recursos hídricos limitados e sazonais, onde há necessidade de se conservar as águas naturais de boa qualidade para usos mais restritivos.

As culturas recomendadas de acordo com a metodologia aplicada, são culturas que não podem ser destinadas ao consumo cru.

A prática da irrigação de culturas com esgoto tratado é uma alternativa antiga, porém no Brasil essa técnica ainda é pouco utilizada, talvez por que exista uma reação negativa nas pessoas que, por falta de conhecimento, rejeitam os alimentos cultivados com essa técnica.

## CONCLUSÃO

Com a problemática da seca que o Ceará vem enfrentando, é de suma importância a aplicação de reúso na irrigação para melhor convivência com as condições do semiárido brasileiro, uma vez que a agricultura tem grande influência na economia da região, oferecendo proteína animal para a alimentação do povo do semiárido. Porém, é necessário seguir alguns parâmetros para a aplicação destes efluentes, devido à existência de risco para o meio ambiente, como a salinidade do solo, doenças para o trabalhador; e para a cultura irrigada que precisa ser resistente às condições químicas e biológicas.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Lúcia de Fátima Pereira. Reúso com lagoas de estabilização: Potencialidade no Ceará. Fortaleza: Semace, 2000. 132 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Produto Interno Bruto da agropecuária deve ser de R\$ 1,1 trilhão. 2014. Notícia. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/12/produto-interno-bruto-da-agropecuaria-deve-ser-de-rs-1-trilhao>>. Acesso em: 15 out. 2015.

BRASIL. EMBRAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Qualidade - Água. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01\\_28\\_24112005115221.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_28_24112005115221.html)>. Acesso em: 20 out. 2015.

CAIXETA, Cláudia Elizângelo Tolentino. Avaliação do atual potencial de reúso de água no Estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão. 2010. 324 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <[http://www.tede.ufc.br/tde\\_busca/arquivo.php?cod Arquivo=4237](http://www.tede.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?cod Arquivo=4237)>. Acesso em: 16 set. 2015.

CEARÁ (Estado). Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH. Portal hidrológico do Ceará. 2015. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/>>. Acesso em: 20 out. 2015.

EMBRAPA. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01\\_28\\_24112005115221.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_28_24112005115221.html)>. Acesso em 28 out. 2015.