

II-550 – POTENCIAL DE REÚSO AGRÍCOLA NO ENTORNO DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ

Ronner Braga Gondim⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela UFC, mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Técnica de Lisboa. Superintendente de Sustentabilidade da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

Cristiano Dantas Araújo

Técnico Agrícola Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - (IFCE). Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Faculdade Farias Brito – FFB. Assistente de Engenharia CAGECE.

Silvano Porto Pereira

Biólogo, mestre e doutor em Engenharia Civil, área de Concentração Saneamento Ambiental, pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Coordenador de P&D da CAGECE.

Suelen Ferreira de Araújo

Técnica em Saneamento da Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Ana Gláucia Magalhães Silveira

Química e mestre em Engenharia Civil, área de concentração saneamento ambiental, pela UFC. Técnica em Química da CAGECE.

Endereço⁽¹⁾: Av. Dr. Lauro Vieira Chaves, 1030– Vila União – Fortaleza – CE – Tel: (85) 3101-1897 – e-mail: ronner.gondim@cagece.com.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar, sob as óticas financeira, social e ambiental, o uso do efluente tratado de lagoas de estabilização para irrigação de áreas ociosas dentro das estações de tratamento. De acordo com o levantamento feito, são 76 sistemas de esgotamento sanitário que se utilizam de lagoas de estabilização, com uma vazão de 90.144 m³/dia. Destes, 52 geram efluentes tratados com qualidade adequada para o reúso agrícola restrito, implicando em uma disponibilidade hídrica de 37.911 m³/dia, o que corresponde a 42% da vazão total. Utilizando o Google Earth® para identificar as áreas ociosas dentro dos limites de cada estação de tratamento de esgoto, encontrou-se um total 361 ha, dos quais 299 há correspondem aquelas com efluentes de qualidade adequada. Considerando as quatro principais vocações agrícolas do estado (Maracujá, Banana, Capim-Elefante e Cana-de-açúcar), suas respectivas demandas hídricas e vazões acima, encontrou-se que entre 20 a 25% da vazão atualmente lançada nos corpos receptor, seria suficiente para irrigação das áreas disponíveis. Com relação à produção agrícola, estas áreas irrigadas com água de reuso teriam uma capacidade de produção de 43.326 a 14.442 ton/ano de alimento humano ou animal, que levando em conta o valor destes produtos, implicariam em receitas anuais aos agricultores envolvidos da ordem de R\$ 6,5 a 26 milhões de reais por ano. Além destes ganhos econômicos e sociais, este uso traria também benefícios ambientais pela redução de carga orgânica lançada nos corpos receptores. Tais estimativas poderiam ser ainda mais favoráveis caso houvesse intervenções nos sistemas que não atendem aos padrões de reúso agrícola restrito, resultando em aumento da disponibilidade hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso agrícola, efluente tratado, lagoas de estabilização, banana, capim-elefante, maracujá, cana-de-açúcar.

INTRODUÇÃO

É ditame o reúso de água em atividades menos exigente nos dias atuais, tanto como forma de preservar a água de melhor qualidade para o uso mais nobre, proporcionando aumento da oferta de recursos hídricos de qualidade superior, quanto por representar uma barreira extra contra a poluição dos corpos receptores, reduzindo o aporte de cargas poluentes nestes. Além disto, o reúso de água, oriunda de efluentes tratados, para fins agrícolas pode implicar em aumento de produtividade também pelo acréscimo de nutrientes e matéria orgânica, ao mesmo tempo que reduz os custos com tais insumos.

O estado do Ceará possui 150 municípios inseridos no em região semi-árida, ocupando uma área de 126.515 Km², que representa 86,8% da área total do estado. Com uma precipitação média anual de 875 mm, o estado possui mais de 85% da sua área com déficit hídrico variando de -1641 a -820 (mm ano⁻¹). Conforme Lopes et al. (2012) este déficit poderia ser suprido pelo uso de efluentes tratados.

Em 1973, a Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou a seguinte classificação (MANCUSO e SANTOS, 2002):

- Reúso Indireto: Ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante, de forma diluída;
- Reúso Direto: É o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- Reciclagem Interna: É o uso da água internamente a instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

No Ceará, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE) publicou a Portaria Nº154 de 22 de julho de 2002, que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. A referida Resolução, no seu art. 6º, estabelece que a utilização de efluentes de origem doméstica em atividades agrônômicas (irrigação e drenagem, dessedentação de animais e aquicultura) deverá obedecer aos seguintes limites:

I - Atividades Tipo 1: Irrigação de vegetais ingeridos crus e sem remoção de película, dessedentação de animais e aquicultura, conforme se segue:

- a) Coliformes fecais < 1000 CF/100 mL.
- b) Ovos de geohelmintos < 1 ovo/L de amostra.
- c) Condutividade elétrica < 3000µS/cm

I - Atividades Tipo 2: Aquelas não referidas no inciso anterior, conforme se segue:

- a) Coliformes fecais < 5000 CF/100 mL.
- b) Ovos de geohelmintos < 1 ovo/L de amostra.
- c) Condutividade elétrica < 3000 µS/cm

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi feito o levantamento de todas as lagoas de estabilização operadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), para obtenção de informações de localização geográfica, qualidade do efluente, delimitação do terreno e de suas áreas livres e vazão média atualmente tratada.

Para a determinação da localização geográfica, delimitações do terreno e das áreas livres utilizou-se a ferramenta Google Earth©. Já a qualidade do efluente tratado de cada sistema foi levantada com base no monitoramento realizado pela área de controle de qualidade da CAGECE para um período de janeiro de 2013 a dezembro de 2014. Por último, as vazões foram fornecidas pelos técnicos de cada regional e pelas informações disponibilizadas no Sistema Empresarial de Informações da CAGECE.

Os dados do monitoramento foram confrontados com os padrões para reúso agrícola restrito exigidos pela Portaria Estadual nº 154/2002 da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE,) e recomendados pelas Diretrizes do PROSAB (2006) e pela OMS (2006). Os parâmetros de qualidade utilizado no trabalho estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Parâmetros normativos para reúso agrícola restrito adotado no estudo

Parâmetro	(1) Portaria nº 154/2002 SEMACE	(2) Diretrizes do PROSAB (2006)	(2) Recomendações da OMS (2006)	Adotado (mais restritivo)
Ovos de helmintos	≤ 1 ovo/L de amostra.	≤ 1 ovo/L de amostra.	≤ 1 ovo/L de amostra	≤ 1 ovo/L de amostra.
Coliformes Termotolerantes	≤ 5000 CF / 100 mL.	≤ 10000 CF / 100 mL	≤ 10000 CF / 100mL	≤ 5000 CF / 100 mL.

Fonte: (1) Adaptado de SEMACE, 2014; (2) Adaptado de Mota, S. , 2007.

Uma vez que o parâmetro ovos de helmintos não é rotineiramente monitorado nos sistemas de tratamento, para o presente trabalho considerou-se que o limite estabelecido no Quadro 1 (<1 ovo/L), já que conforme (MOTA, 2007) uma lagoa facultativa e/ou com tempo de detenção de 20 a 30 dias atende o limite estabelecido, enquanto, (JORDÃO, PESSÔA, 2011) três lagoas de estabilização (Anaeróbia, Facultativa e maturação) e/ou com tempo de detenção maior que 25 dias atende o limite estabelecido.

Considerando as principais vocações agrícolas do Estado, optou-se por avaliar o potencial de reúso agrícola na produção da banana, cana de açúcar, maracujá e capim-elefante. Para a avaliação de produtividade e ganhos econômicos, utilizou-se as necessidades hídricas, espaçamentos, produtividades e preços de mercado para cada cultura apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Necessidade hídrica, espaçamento, produtividade e preços de mercado

Cultura	Necessidade Hídrica (m ³ /ha/dia)	Espaçamento entre mudas (m x m) (1)	Produtividade (ton/ha/ano) (1)	Preço de Mercado (R\$/ton) (4)
Banana	62,2 (2)	3,00 x 3,00	40	1.800,00
Capim-elefante	50,0 (3)	1,00 x 0,40	120	150,00
Cana-de-açúcar	40,0 (3)	1,00 x 0,30	90	200,00
Maracujá	23,3 (2)	3,00 x 4,00	40	2.200,00

Fonte: (1) Embrapa, 2014, (2) Embrapa, 2001, (3) Embrapa, 2012, (4) CEASA, 2014

RESULTADOS OBTIDOS

Com base no levantamento feito, obteve-se um total de 76 sistemas de lagoas de estabilização espalhados em todas as bacias hidrográficas do Estado conforme Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Localização dos sistemas de lagoas de estabilização por bacia hidrográfica



Figura 2 – Localização dos sistemas de lagoas de estabilização nos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza



Estão apresentadas no quadro 3 as áreas livres disponíveis para cada bacia hidrográfica, bem como a vazão necessária de reúso considerando esta área e a necessidade hídrica de cada cultura.

Quadro 3 – Áreas disponíveis e vazões a serem utilizadas para cada cultura por bacia hidrográfica

Bacia	Nº Sistemas	Área Disp. (ha)	Vazão Total (m³/dia)	Vazão necessária por cultura para a área disponível (m³/dia)			
				Banana	Capim-elefante	Cana-de-açúcar	Maracujá
BBA	03	11,81	1.786,75	734,58	590,50	590,50	276,00
BAC	09	48,41	4.010,69	3.011,10	2.420,50	2.420,50	1131,34
BAJ	05	15,10	2.176,42	939,22	755,00	755,00	352,89
BBJ	05	59,20	4.701,89	3.862,24	2.960,00	2.960,00	1.383,50
BCL	10	45,21	8.079,26	2.812,06	2.260,50	2.260,50	1.056,56
BME	22	25,20	51.140,88	1.567,44	1.260,00	1.260,00	588,92
BPA	05	27,37	3.558,82	1.702,41	1.368,50	1.368,50	639,64
BSA	08	81,76	9.770,98	5.085,47	4.088,00	4.088,00	1.910,73
BSI	09	46,99	4.918,75	2.922,78	2.349,50	2.349,50	1109,16
TOTAL	76	361,05	90.144,44	22.637,30	18.052,50	18.052,50	18.437,74

Verifica-se a disponibilidade atual de área livre de 361,05 ha em 76 sistemas que poderia ser utilizada na produção agrícola, sendo necessário fornecer uma vazão entre 18.052,50 a 22.637,30 m³/dia, dependendo do tipo de cultura, correspondendo entre 20 a 25% da vazão disponível nos sistemas.

São apresentados no quadro 4 a produtividade anual e receitas estimadas para cada cultura considerando os parâmetros mostrados no quadro 2.

Quadro 4 – Produtividade e receitas anuais de cada cultura por bacia hidrográfica.

Bacia	Produtividade em ton/ano				Receitas estimadas em R\$/ano			
	Banana	Capim-elefante	Cana-de-açúcar	Maracujá	Banana	Capim-elefante	Cana-de-açúcar	Maracujá
BBA	472,40	1.417,20	1.062,90	472,40	850.320	212.580	212.580	944.800
BAC	1.936,40	5.809,20	4.356,90	1.936,40	3.485.520	871.380	871.380	3.872.800
BAJ	604,00	1.812,00	1.359,00	604,00	1.087.200	271.800	271.800	1.208.000
BBJ	2.368,00	7.104,00	5.328,00	2.368,00	4.262.400	1.065.600	1.065.600	4.736.000
BCL	1.808,40	5.425,20	4.068,90	1.808,40	3.255.120	813.780	813.780	3.616.800
BME	1.008,00	3.024,00	2.268,00	1.008,00	1.814.400	453.600	453.600	2.016.000
BPA	1.094,80	3.284,40	2.463,30	1.094,80	1.970.640	492.660	492.660	2.189.600
BSA	3.270,40	9.811,20	7.358,40	3.270,40	5.886.720	1.471.680	1.471.680	6.540.800
BSI	1.879,60	5.638,80	4.229,10	1.879,60	3.383.280	845.820	845.820	3.759.200

Com base nos resultados apresentados nos quadros 3 e 4, foi possível resumir as produtividades e receitas anuais para cada tipo de cultura conforme apresentados no quadro 5.

Quadro 5 –Produtividade e receitas anuais por cultura para a área total disponível e efluente adequado.

Cultura	Vazão necessária (m3/dia)	% de uso da vazão total	Produtividade ton/ano	Ganhos econômicos R\$/ano
Banana	22.637,30	25,11%	14.442,00	25.995.600
Capim-elefante	18.052,50	20,03%	43.326,00	6.498.900
Cana-de-açúcar	18.052,50	20,03%	32.494,50	6.498.900
Maracujá	18.437,74	20,45%	14.442,00	28.884.000

Verificou-se significativo ganho econômico para a banana e o maracujá devido ao seu valor de mercado superior ao capim-elefante e cana-de-açúcar. Em termos de produtividade, o capim-elefante teve o melhor resultado, com 43.326 toneladas/ano.

A banana é a cultura que mais consome água com uma demanda de 22.637 m3/dia. As menores demandas de água de reúso são do capim-elefante e da cana-de-açúcar, com 18.052 m3/dia.

Dos 76 sistemas levantados que geram uma vazão de efluente tratado de 90.144 m3/dia, 52 sistemas geram efluentes tratados adequados para o reúso agrícola restrito conforme parâmetros do quadro 1, estando portanto, disponível, apenas 37.911 m3/dia, que corresponde a 42,05% da vazão total. A não adequação dos efluentes tratados de 24 sistemas para o reúso agrícola também repercute na diminuição da área disponível de 365 para 299 ha, considerando que cada sistema forneça água de reúso para sua respectiva área ociosa.

Para o aproveitamento de todo o potencial apresentado no quadro 5, faz-se necessário implantar melhorias no sistema de desinfecção desses sistemas, para obtenção de melhores resultados bacteriológicos.

Segundo Gonçalves (2003), as melhorias que podem ser implantadas para alcançar elevadas eficiências de remoção de coliformes são: a utilização de 3 a 5 lagoas de maturação em série ou a elevação da sua relação comprimento/largura para superior a 5, por meio da implantação de chicanas.

CONCLUSÕES

Apesar das produções de capim-elefante e cana-de-açúcar serem superiores às outras culturas, a produção de banana e maracujá geraram maior ganho econômico devido ao seu alto valor de mercado. Em termos ambientais, a produção de banana é mais interessante que a de maracujá devido à sua maior necessidade hídrica, que evitaria o lançamento de 23,14% da vazão total, reduzindo os impactos ambientais nos corpos receptores.

Para aproveitamento de todo potencial de água de reúso e áreas disponíveis é necessário à readequação do sistema de desinfecção de 24 sistemas, dos 76 existentes no Ceará, a fim de obter padrões bacteriológicos dentro dos padrões normativos.

A utilização das áreas disponíveis no entorno das lagoas de estabilização no Estado do Ceará, permitiria o reúso de 20,03 a 25,11% da vazão afluente aos sistemas, o que geraria ganhos ambientais pelo não lançamento desta parcela nos corpos hídricos intermitentes e com baixa capacidade de diluição, ganhos sociais pela geração de emprego e pela produção de alimentos para consumo próprio, e ganhos econômicos que podem variar de R\$ 6,5 a 26 milhões de reais por ano, sem a necessidade de aquisição de novas áreas. Portanto, a prática de reúso para o Estado poderá ser um instrumento importante de convivência com o semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. (Ed.). Reúso de água. Barueri: Manole, 2003. p. 125-174.
2. CEARÁ. SEMACE. Portaria nº 154 de 22 de julho de 2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. DOE, Fortaleza, 01 de outubro de 2002. Disponível em: http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95. Acesso em: 29 de setembro de 2014.
3. F. B. Lopes; R. F. Caitano; F. de Souza Estimativa do déficit hídrico e a demanda da Agricultura irrigada no Estado do Ceará – Brasil. IV WINOTEC – WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, Protocolo 453. <<http://www.inovagri.org.br/meeting2012/wp-content/uploads/2012/06/Protocolo453.pdf>> Acesso em: 11 de maio de 2015.
4. AZEVEDO, J. A.; RIZZI, C. A. Desempenho da irrigação por microaspersão com diafragma autocompensante em bananeira no projeto de colonização gerais de Balsas-MA. Planaltina: Boletim de pesquisa e Desenvolvimento 24/Embrapa, 2001, 30 p..
5. BANANA. Embrapa. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-banana.php>. Acesso em: 29 de setembro de 2014.
6. CANA-DE-AÇÚCAR. Embrapa. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.html>. Acesso em: 29 de setembro de 2014.
7. CRIAÇÃO de Gado Leiteiro na Zona Bragantina. Embrapa. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/paginas/fcapineira.htm>>. Acesso em: 29 de setembro de 2014.
8. MARACUJÁ. Embrapa. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-maracuja.php>. Acesso em: 29 de setembro de 2014.
9. MOTA, S.; AQUINO, M. D.de; SANTOS, A. B. dos. (Org.). Reúso de águas em irrigação e piscicultura. Fortaleza: UFC, 2007.
10. SISTEMA Nacional de Informação de Mercado Agrícola-SIMA. CEASA, Maracanaú, 30 de setembro de 2014. Disponível em <http://files.ceasa-ce.com.br/site/boletim/maracanau/frutas_mar.pdf>. Acesso em: 30 de setembro de 2014.
11. SOUSA, V. F; BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; VASCONCELOS, L. F. L.; VELOSO, M. E. C; OLIVEIRA, A. S; NETTO, A. O. A. Irrigação e Fertirrigação do Maracujazeiro. Teresina: Circular Técnico 32/Embrapa, 2001, 48 p.
12. SPERLING, M. V; JORDÃO, E. P; KATO, M. K.; SOBRINHO, P. A.; BASTOS, R. K. X; PIVELLI, R. Lagoas de Estabilização. In: GONÇALVES, R. F (Coord.). 2003. Desinfecção de efluentes sanitários. Rio de Janeiro: PROSAB/FINEP, ABES, RiMa, 422 p.
13. VOLTOLINI, T. V.; CAVALCANTI, A. C. R.; MISTURA, C.; CÂNDIDO, M. J. D.; SANTOS, B. R. C. dos. Pastos e manejo dos pastejos em áreas irrigadas. In: VOLTOLINI, T. V. (Editor). Produção de caprinos e ovinos no semiárido. Petrolina: Embrapa, 2012, p. 265 – 298.