

## II-027 – POTENCIAL DE REÚSO AGRÍCOLA NO ENTORNO DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ

**Ronner Braga Gondim<sup>(1)</sup>**

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.

**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.

**Cyntia Pereira Nunes de Araújo**

Tecnóloga em Construção Civil e Pós-Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade Regional do Cariri – URCA. Coordenadora de obras rurais da CAGECE.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** 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 culturas nas áreas ociosas no entorno das estações de tratamento. De acordo com o levantamento feito, são 76 sistemas de lagoas de estabilização operados pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará, cuja vazão totaliza 90.144 m<sup>3</sup>/dia. Do total, 52 sistemas (68,4%) geram efluentes tratados com qualidade adequada para o reúso agrícola restrito, implicando em uma disponibilidade hídrica de 37.911 m<sup>3</sup>/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 ha correspondem àqueles sistemas 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 de tratamento, encontrou-se que entre 20 a 25% da vazão, atualmente lançada nos corpos receptores, seria suficiente para irrigação das áreas disponíveis que se encontram ociosas no entorno das lagoas de estabilização. Com relação à produção agrícola, estas áreas irrigadas com água de reuso teriam uma capacidade de produção de 14.442 a 43.326 ton/ano de alimento humano ou animal, que levando em conta o valor destes produtos, implicariam em receitas anuais 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 melhorias no tratamento dos 24 sistemas que não atendem aos padrões de reúso agrícola restrito, que resultaria no aumento da disponibilidade hídrica de 52.153 m<sup>3</sup>/dia e ganho de área ociosa para irrigação, pertencente à Companhia, na ordem de 62 ha.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reúso 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 em região semi-árida, ocupando uma área de 126.515 Km<sup>2</sup>, que representa 86,8% da área total do estado. Com uma precipitação média anual de 875 mm e elevada evaporação, o estado possui mais de 85% da sua área com déficit hídrico variando de -1641 a -820 (mm ano<sup>-1</sup>). 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 na Tabela 1.

**Tabela 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, utilizou-se como referência para atendimento desse parâmetro as premissas de Mota (2007), que constata o o atingimento de menos de 1 ovo/L de amostra para lagoas facultativas com tempo de detenção hidráulica acima de 20 dias, ou de Jordão e Pessoa (2011), que afirma atingir tal teor quando se tem um conjunto de lagoas anaeróbias, facultativas e de maturação com tempo de detenção total superior a 25 dias.

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 na Tabela 2.

**Tabela 2 – Necessidade hídrica, espaçamento, produtividade e preços de mercado**

Cultura	Necessidade Hídrica (m³/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

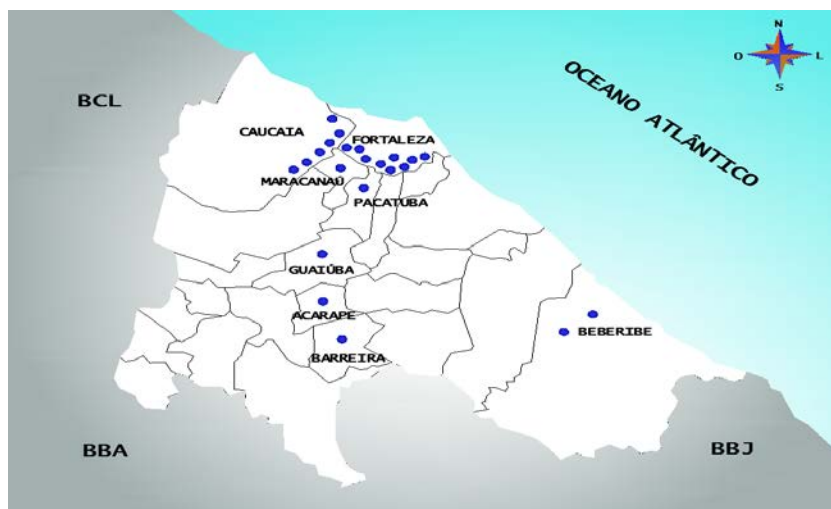
Fonte: (1) Embrapa, 2014, (2) Embrapa, 2001, (3) Embrapa, 2012, (4) CEASA, 2014

## 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.

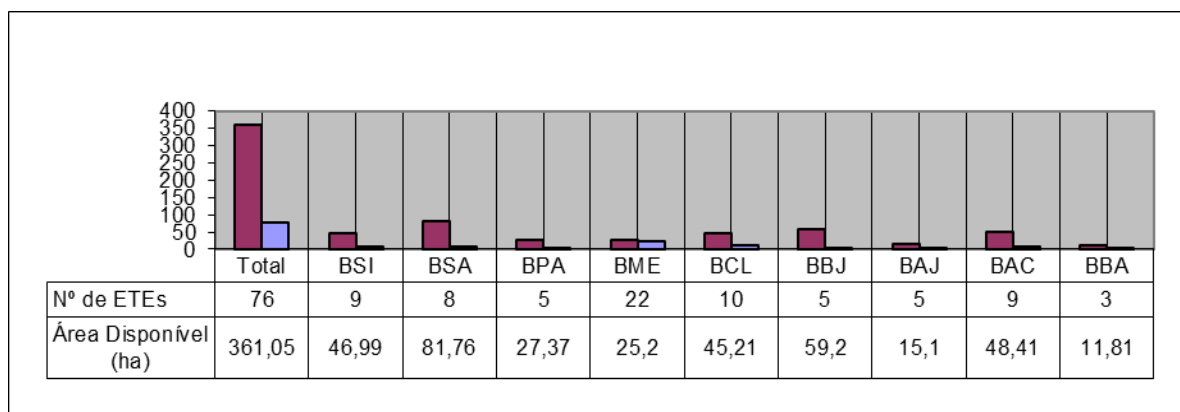


**Figura 1 – Localização dos sistemas de lagoas de estabilização por bacia hidrográfica**



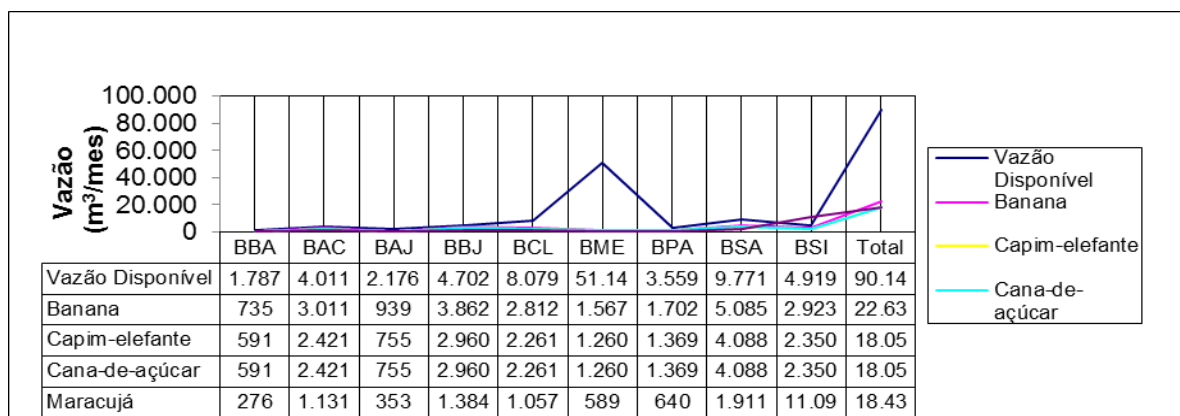
**Figura 2 – Localização dos sistemas de lagoas de estabilização nos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza**

Um comparativo entre o número de estações de tratamento e a área disponível em cada bacia hidrográfica do Ceará está representado na figura 3.



**Figura 3 – Nº de Estações de Tratamento e Área Disponível para irrigação por bacia hidrográfica.**

É possível constatar pela figura 4, que a Bacia Metropolitana (BME) é responsável pela maior diferença entre a vazão disponível e as vazões a serem utilizadas na irrigação nas áreas ociosas. Essa grande diferença ocorre pelo fato dos sistemas da Região Metropolitana de Fortaleza serem de maior porte, não havendo área ociosa suficiente no entorno das lagoas dessa bacia para consumir toda a água disponível.



**Figura 4 – Vazão disponível e utilizável com base na área disponível, segmentado por bacia hidrográfica**

Conforme apresentado nas Figuras 3 e 4, para cada tipo de cultura, no caso: banana, capim-elefante, cana-de-açúcar e maracujá, avaliou-se a vazão necessária de irrigação considerando as áreas disponíveis em cada sistema de tratamento. Esse resultado se encontra condensado na Tabela 3 apresentado à seguir.

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

Bacia	Nº ETEs	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	11.098,16
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 poderiam ser utilizadas na produção agrícola, sendo necessário fornecer uma vazão entre 18.052,50 a 22.637,30 m³/dia, dependendo do tipo de cultura, correspondendo um percentual de 20 a 25% da vazão disponível nos sistemas.

São apresentados na Tabela 4 a produtividade anual e receitas estimadas para cada cultura considerando os parâmetros mostrados na Tabela 2.

**Tabela 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 nas Tabelas 3 e 4, foi possível resumir as produtividades e receitas anuais para cada tipo de cultura conforme apresentados na Tabela 5.

**Tabela 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 m<sup>3</sup>/dia. As menores demandas de água de reúso são do capim-elefante e da cana-de-açúcar, com 18.052 m<sup>3</sup>/dia.

Dos 76 sistemas levantados que geram uma vazão de efluente tratado de 90.144 m<sup>3</sup>/dia, 52 sistemas geram efluentes tratados adequados para o reúso agrícola restrito conforme parâmetros da Tabela 1, estando disponível, sem necessidade de melhorias no tratamento, apenas 37.911 m<sup>3</sup>/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. Para o aproveitamento de todo o potencial hídrico das 76 lagoas de estabilização, faz-se necessário implantar melhorias no sistema de desinfecção de 24 sistemas, para obtenção de melhores resultados bacteriológicos, com o intuito de atingir os parâmetros apresentados na Tabela 1.

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. Outras estratégias podem ser utilizadas como um sistema de remoção de algas por filtração ou flotação, seguido de uma desinfecção simples complementar.

## 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 25,11% 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](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](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](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](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](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.