

II-009 - AVALIAÇÃO DO ATUAL POTENCIAL DE REÚSO EM PISCICULTURA NO ESTADO DO CEARÁ

Cláudia Elizângela Tolentino Caixeta⁽¹⁾

Engenheira Química, Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Doutora em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Engenheira da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.

Suetônio Mota

Engenheiro Civil e Sanitarista. Doutor em Saúde Ambiental. Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará. Membro da Academia Cearense de Ciências.

Maria Amélia Souza Menezes

Geóloga, Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Mestre em Recursos Minerais e Hidrogeologia pela Universidade de São Paulo – USP. Gerente de Meio Ambiente da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.

Abraão Evangelista Sampaio

Tecnólogo em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará – Centec. Técnico da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.

Endereço⁽¹⁾: Av. Dr. Lauro Vieira Chaves, 1030, Vila União, Fortaleza-CE. CEP 60420-280. Tel (85) 3101-1816; (85) 3101-1815. E-mail – claudiacaixeta@cagece.com.br.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de reúso de em piscicultura do Estado do Ceará como forma de contribuir para o efetivo gerenciamento dos recursos hídricos e para a conservação ambiental do Estado. O trabalho foi desenvolvido observando as seguintes etapas: levantamento bibliográfico; caracterização da área de estudo; levantamento das estações de tratamento de esgoto com respectivas vazões e as características do sistema de tratamento para seleção daquelas cujos efluentes podem ser utilizados na prática do reúso na piscicultura; caracterização dos efluentes das estações de tratamento de esgoto selecionadas; proposição de melhorias necessárias para implementação do reúso. O trabalho tem como resultados: Os sistemas de lagoas de estabilização em operação na RMF e interior do Estado podem disponibilizar uma vazão de cerca de 1.872,0 L/s, e com essa vazão é possível suprir, em média, uma área de cultivo de peixes de 1.497.600 m² (149,7 ha); A Tilápia do Nilo é a espécie de peixe mais indicada para ser utilizada na disseminação do reúso em piscicultura no Estado do Ceará, sendo o cultivo do tipo intensivo em tanques a forma de manejo recomendada. O reúso de águas residuárias no Estado do Ceará é uma alternativa viável, desde que haja uma regulamentação para minimizar os riscos epidemiológicos que podem advir da prática sem a adoção de barreiras múltiplas para garantir a proteção da saúde populacional

PALAVRAS-CHAVE: Águas Residuárias, Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), Lagoas de Estabilização, Reúso de Águas, Piscicultura.

INTRODUÇÃO

A qualidade do efluente tratado é um fator primordial na garantia da sustentabilidade da prática do reúso em piscicultura. É de extrema relevância realizar o controle das cargas orgânicas sobre os níveis de Oxigênio Dissolvido, bem como a toxicidade da salinidade, teor de amônia, metais pesados, dentre outros contaminantes presentes nos efluentes. A remoção de nutrientes é um fator quase obrigatório no reúso aplicado à piscicultura, principalmente no que se refere à amônia, que é tóxica a maioria das espécies em concentrações relativamente reduzidas (BASTOS *et al.*, 2003).

Não há dúvidas de que esgotos sanitários representam uma fonte potencial de água e nutrientes, que pode ser reaproveitada para a piscicultura, além de outras atividades (BASTOS, *et al.*, 2005). Diversos trabalhos, com experiências em escala real ou no âmbito da pesquisa registraram a viabilidade do uso de esgotos sanitários em piscicultura e indicam que, com adequado manejo, logra-se alcançar boa produtividade e minimizar os riscos à

saúde, além da aceitabilidade do mercado e consumo (EDWARDS, 1992; MOSCOSO *et al.*, 1992, *apud* BASTOS, *et al.*, 2006).

Em relação à qualidade da água para a piscicultura, o nitrogênio surge como fator limitante, dado ao seu potencial tóxico para os peixes, principalmente na forma de amônia. Porém, os aspectos sanitários podem constituir um obstáculo na utilização de esgotos sanitários, que, portanto, necessitam ser adequadamente tratados. Neste sentido, destacam-se as lagoas de estabilização, particularmente as de polimento, em vista da elevada capacidade de remoção de patógenos e nutrientes; além disso, é considerável a biomassa que se desenvolve nas lagoas de estabilização, principalmente na forma de algas, sendo o cultivo de peixes planctófagos uma das alternativas de exploração das proteínas existentes nas algas (BASTOS, *et al.*, 2005).

O Prosab apresenta as seguintes diretrizes para o uso de esgotos sanitários em piscicultura: (i) No afluente ao tanque – $Cter \leq 10^4/100$ mL e concentração de ovos de helmintos ≤ 1 ; (ii) No tanque de piscicultura - $Cter \leq 10^3/100$ mL e concentração de ovos de helmintos ≤ 1 . As primeiras diretrizes serão utilizadas como referência neste estudo, haja vista que os efluentes das ETES serão afluentes dos tanques de piscicultura.

Segundo Bastos *et al.* (2003), na seleção de espécies para cultivo devem ser considerados aspectos de adaptação climática e a qualidade da água, hábitos alimentares e facilidade de manejo. A partir de trabalhos realizados anteriormente por diversos autores, a tilápia do Nilo é a espécie mais adequada para ser cultivada em esgoto doméstico tratado, pelos seguintes motivos (LIMA, 1996 *apud* TAVARES, 2008): (1) é uma espécie bem conhecida; (2) aceita uma grande variedade de alimentos explorando todos os itens básicos da cadeia trófica; (3) responde com a mesma eficiência a ingestão de proteínas de origem vegetal e animal; (4) apresenta resposta positiva à fertilização (adubação) dos viveiros; (5) tem grande capacidade de filtrar fitoplâncton; (6) é bastante resistente às doenças, superpovoamentos e baixos teores de oxigênio dissolvidos; (7) desova durante todo ano nas regiões mais quente do país; e (8) tem alto valor comercial e grande aceitação no mercado.

Nos últimos anos, o Governo do Estado do Ceará, por intermédio da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Agrário (SDA), vem buscando desenvolver a pesca e a aquicultura continental e marítima no Estado. O programa Desenvolvimento da Pesca Artesanal e Piscicultura Associativa, desenvolvido pela referida Secretária, estimula o aumento da produção e da produtividade do pescado com a multiplicação e distribuição de alevinos, juntamente com a introdução de tecnologia alternativa de cultivo de pescado (implantação de viveiros/tanques-rede) e a busca da modernização da frota pesqueira dentro de um plano de ordenamento pesqueiro sustentável. O objetivo maior do projeto é o fortalecimento da pesca e da aquicultura com vistas à geração de emprego, renda e à redução das deficiências proteicas da população; qualificar melhor o pescador artesanal, no sentido de evitar perdas e oferecer um produto final de melhor qualidade; promover o crescimento sustentável da pesca e aquicultura continental e marítima, dentre outros (SEAGRI, 2002).

Dentro do contexto da busca da sustentabilidade da atividade, uma alternativa viável e promissora amplamente praticada no mundo vem a ser a realização das atividades piscícolas em águas residuárias tratadas. Com o desenvolvimento dessa prática, pode-se obter uma maior preservação dos recursos hídricos e a geração de alimento protéico de alta qualidade. Dessa forma, ocorre uma diminuição do impacto ambiental causado pela atividade, contribuindo também para a sustentabilidade do tratamento de esgotos.

Além disso, como já citado anteriormente, não há dúvidas de que esgotos sanitários representam uma fonte potencial de água e nutrientes, que pode ser reaproveitada para a piscicultura, além de outras atividades (BASTOS, *et al.*, 2005). Diversos trabalhos, com experiências em escala real ou no âmbito da pesquisa, registraram a viabilidade do uso de esgotos sanitários em piscicultura e indicam que, com adequado manejo, logra-se alcançar boa produtividade e minimizar os riscos à saúde, além da aceitabilidade do mercado e consumo (EDWARDS, 1992; MOSCOSO *et al.*, 1992, *apud* BASTOS, *et al.*, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo realizado foi do tipo analítico-descritivo. Suas etapas de desenvolvimento foram:

Levantamento bibliográfico;

Caracterização da área de estudo;

Levantamento das estações de tratamento de esgoto com respectivas vazões e as características do sistema de tratamento para seleção daquelas cujos efluentes podem ser utilizados na prática do reúso na piscicultura;

Caracterização dos efluentes das estações de tratamento de esgoto selecionadas;

Proposição de melhorias necessárias para implementação do reúso.

RESULTADOS

Potencial de área para o cultivo de peixes

Segundo Bevilacqua *et al.* (2006), se considerarmos uma contribuição *per capita* de esgotos de 150-200 L.hab.d⁻¹ e uma demanda genérica de água para piscicultura de 10 L s⁻¹ ha⁻¹, constata-se que os esgotos produzidos por pessoa seriam suficientes para suprir uma área de cultivo de peixes de 1,7-2,3 m², ou seja, uma população de 10.000 habitantes produziria “água” para o cultivo de peixes em 2 ha.

Utilizando os valores acima como referência, adotou-se um *per capita* médio de 150 L.ha.d⁻¹ (que é o valor normalmente utilizado nos projetos de saneamento no Nordeste) e uma área média de 2,0 m² por pessoa. Dessa forma, a vazão de 1 L/s corresponde a uma população de 400 habitantes, e com essa vazão é possível suprir, em média, uma área de cultivo de peixes de 800 m² (0,08 ha). As Tabelas 1 e 2 apresentam o potencial de áreas de cultivo para os sistemas de tratamento do tipo lagoas de estabilização da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF (municípios de Caucaia, Fortaleza e Maracanaú) e do interior do Estado, respectivamente.

Conforme pode ser visto nas referidas tabelas, os sistemas de lagoas de estabilização em operação na RMF e interior do Estado podem disponibilizar uma vazão de cerca de 1.872,0 L/s, e com essa vazão é possível suprir, em média, uma área de cultivo de peixes de 1.497.600 m² (149,7 ha).

Apesar da grande maioria dos sistemas não atenderem às diretrizes do Prosab em relação à concentração de Cter ≤ 104/100 mL no afluente do tanque, não se pode afirmar categoricamente que esse efluente não pode ser utilizado na criação de peixes. Assim como no reúso agrícola, dever-se-ia realizar estudos mais aprofundados para avaliar quais medidas devem ser adotadas para viabilizar a prática do reúso na piscicultura. Além disso, segundo Mota e Rocha (2007), deve-se sempre considerar uma combinação de diferentes medidas de proteção sanitária, por exemplo, tratamento do esgoto, restrição do produto, adoção de medidas após a captura dos peixes (secagem, aplicação de sal, conserva) e/ou cozimento antes do consumo.

Vale salientar que as ETEs Tupamirim (Fortaleza), Aquiraz, Cratéus, Itapipoca, Paracuru, Lagoinha (Paracuru) e Paraipaba já apresentam o efluente dentro dos padrões recomendados, e, portanto, já poderiam ter o efluente utilizado na piscicultura. Sendo assim, se houvesse algum usuário interessado (a exemplo de piscicultores, cooperativas de piscicultores, prefeituras municipais, dentre outros) cerca de 275,4 L/s de efluente tratado estaria disponível para ser utilizado de imediato; com essa vazão seria possível atender, em média, uma área de cultivo de peixes de 221.000 m² (22,1 ha).

Outro ponto interessante é que, com exceção da ETE de Crateús, as demais estações estão localizadas em municípios litorâneos, onde a atividade pesqueira já faz parte da cultura da população. Neste caso seria necessário um trabalho efetivo de sensibilização junto aos piscicultores, mostrando as vantagens e benefícios, econômicos e ambientais, da substituição da água bruta pelo esgoto tratado. Nesse processo de sensibilização também deve ser abordados os riscos reais e potenciais da referida prática e orientá-los sobre a forma correta de manejo para evitar possíveis riscos. Além disso, esses piscicultores devem receber um apoio e orientação técnica durante todas as etapas de implantação e operação do projeto.

Tabela 1 – Potencialidade de reúso em piscicultura dos efluentes dos sistemas de lagoas de estabilização da RMF.

Município	Sistema	Qmed (L/s)	Área de cultivo de peixes (ha)	Atende as diretrizes sanitárias do Prosab
Caucaia	Conj. Araturi I	44,2	3,54	Não
	Conj. Nova Metrópole	62,7	5,02	Não
	Conj. Hab. Planalto	12,1	0,97	Não
	Conj. Tabapuá*	ni	0	Não
	Conj. São Francisco	9,1	0,73	-
	Sede	153,9	12,31	Não
	Conj. Marechal Rondon	44,7	3,58	Não
	Conj. Guadalajara	2,8	0,22	Não
Fortaleza	Conj. Fluminense	8,5	0,68	Não
	Conj. Palmeiras II	36,5	2,92	Não
	Conj. Tupã - Mirim	8,4	0,68	Sim
	Conj. Hab. Jereissati	15,0	1,2	Não
	Conj. Almirante Tamandaré	4,3	0,34	Não
	Conj. Ceará - 4ª etapa	92,1	7,3	Não
	Conj. Jereissati III	15,6	1,25	Não
	Conj. João Paulo II	12,3	0,99	Não
	Conj. São Cristovão	33,4	2,67	Não
	Conj. Tancredo Neves	23,4	1,87	Não
	Conj. Esperança	27,7	2,22	Não
	Conj. José Walter III	84,0	6,72	Não
	TOTAL		690,9	55,72

** Sistemas que não tiveram o parâmetro Cter monitorado.

Fonte: Pesquisa direta.

É importante também salientar que, além das condições favoráveis para disseminar a utilização de efluentes tratados na piscicultura, essa prática poderia ser utilizada pelo Governo do Estado como uma das alternativas no combate à fome, ação esta que vem sendo bastante enfatizada pelo Governo Federal. Segundo dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2007), a piscicultura é uma das grandes alternativas para produção de alimentos, constituindo fonte rica em proteína animal a custos favorecidos. Seu desenvolvimento, além da geração de alimentos, produz empregos, impostos e divisas, possibilitando a diversificação de culturas e de fontes de renda no espaço rural, com a instalação, inclusive, de indústrias de insumos e de processamento dos pescados (TAVARES, 2008).

Portanto, o Governo do Estado, por intermédio da SDA e da Cagece, poderia criar/implementar políticas públicas que possibilitassem a disseminação da prática do reúso de efluentes na piscicultura, visando, dessa forma, melhorar as condições sociais e econômicas da população, principalmente o pequeno produtor rural e as comunidades carentes, oferecendo oportunidades de mercado e alimento aos segmentos mais necessitados da sociedade.

Seleção da espécie

Segundo Bastos *et al.*, (2003), na seleção de espécies para cultivo devem ser considerados aspectos de adaptação climática e a qualidade da água, hábitos alimentares e facilidade de manejo.

A tilápia, animal de hábito onívoro, é a espécie que ocupa o terceiro lugar entre os peixes mais utilizados em piscicultura no mundo, ficando atrás apenas das carpas e dos salmões (FAO, 2005). Atualmente, o Brasil produz mais de 300.000 toneladas de pescado cultivado, sendo que cerca de 25% dessa produção é representada pelo cultivo de tilápias (Ibama/SEAP, 2006).

Dentre as mais de 70 espécies de tilápia, a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é o peixe mais criado no Brasil, com uma produção estimada de 238.662 toneladas em 2005 (SINAU, 2006 *apud* TACHIBANA *et al.*, 2008) e com perspectivas de aumento da produção para suprir a demanda brasileira e de exportações.

Tabela 2 – Potencialidade de reúso em piscicultura dos efluentes dos sistemas de lagoas de estabilização do interior do Estado.

Município	Sistema	Qmed (L/s)	Área de cultivo de peixes (ha)	Atende as diretrizes sanitárias do Prosab
Acarape**	Sede	19,5	1,6	-
Acopiara	Sede	22,3	1,8	Não
Acaraú**	Sede	38,8	3,1	-
Altaneira*	Sede	3,7	0,3	-
Aracati*	Canoa Quebrada	1,6	0,1	-
Aquiraz	Sede	68,6	5,5	Sim
Aurora**	Sede	30,7	2,5	-
Barbalha*	Sede	9,3	0,7	-
Barro*	Sede	95,0	7,6	-
Barreira*	Sede	5,9	0,5	-
Barroquinha*	Sede	3,0	0,2	-
Barroquinha*	Bitupitá	5,6	0,4	-
Beberibe*	Sede	19,0	1,5	-
Campos Sales**	Sede	61,3	4,9	-
Catarina**	Sede	4,2	0,3	-
Crateús	Sede	12,6	1,0	Sim
Croata*	Sede	6,1	0,5	-
Guaiuba*	Sede	19,5	1,6	-
Graça*	Sede	2,3	0,2	-
Graça*	Lapa	0,8	3,1	-
Independência*	Sede	36,3	2,9	-
Itapipoca	Sede	128,0	10,2	Sim
Itapipoca*	Lagoinha	33,6	2,7	-
Itapipoca*	Marinheiro	3,1	0,2	-
Itapipoca*	Baleia	1,3	0,1	-
Jijoca**	Sede	5,8	0,5	-
Juazeiro do Norte	Sede	260,8	20,9	Não
Mauriti	Sede	18,3	1,5	Não
Missão Velha**	Sede	20,0	1,6	-
Nova Jaguaribara**	Sede	10,4	0,8	-
Pacatuba*	Sede	31,4	2,5	-
Paraipaba	Lagoinha	15,9	1,3	Sim
Paraipaba	Sede	15,9	1,3	Sim
Paracuru	Sede	34,4	2,8	Sim
Poranga*	Sede	6,6	0,5	-
Quixadá	Campo Novo	10,9	0,9	Não
Russas	Sede	19,0	1,5	Não
Salitre*	Sede	2,8	0,2	-
São Benedito	Sede	10,7	0,9	Não
São Gonçalo	Pecém	9,8	0,8	Não
São Gonçalo	Sede	23,5	1,9	Não
Tabuleiro do Norte	Sede	36,3	2,9	Não
Trairi**	Sede	12,3	1,0	-
Uruoca*	Sede	4,2	0,3	-
TOTAL		1181,1	97,5	-

**Sistemas que ainda não atingiram a carga plena, e, portanto, ainda não tem efluente vertendo na última lagoa.

** Sistemas que não tiveram o parâmetro Cter monitorado.

Fonte: Pesquisa direta.

A Tilápia do Nilo também é uma das espécies mais utilizadas para o cultivo comercial no Nordeste brasileiro. O destaque alcançado por esta espécie é devido às suas qualidades como rusticidade, alta resistência a enfermidades, tolerância a baixos níveis de amônia dissolvidos na água, facilidade de reprodução em diferentes condições ambientais, rápido crescimento, boa conversão alimentar e consumo de ração artificial desde a fase larval (ALCESTE; JORRY, 1998; MEURER; HAYASHI; SOARES, 2000 *apud* DIAS-KOBERSTEIN, 2007).

No Brasil, no âmbito do Prosab foram desenvolvidas várias pesquisas na área do reúso em piscicultura, a exemplo do experimento realizado pela UFC, já citado anteriormente, cujo objetivo era avaliar a viabilidade da utilização de esgoto doméstico tratado na alevinagem da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. Ao final do experimento os pesquisadores comprovaram a viabilidade do uso da alevinagem utilizando esgotos domésticos tratados em sistemas de lagoas de estabilização com o uso de aeração mecânica adicional e que o peixe produzido atende aos padrões permitidos pela legislação sanitária vigente (SANTOS *et al.*, 2006).

Devido à série de vantagens já apresentadas e também aos resultados favoráveis obtidos nas pesquisas da UFC, conclui-se que a Tilápia do Nilo é a espécie de peixe mais indicada para ser utilizada na disseminação do reúso em piscicultura no Estado do Ceará.

Formas de cultivo

Segundo Edwards (1992) apud Bastos, et al., (2006), o cultivo de peixes com a utilização de efluentes de lagoas pode se dar essencialmente, sob duas condições de manejo: (i) a alimentação de tanques de piscicultura com efluentes tratados e (ii) o cultivo nas próprias lagoas. Sendo que neste último o controle é mais difícil, pois a qualidade da água das lagoas é determinada pelo tempo de detenção hidráulica, e, portanto, as variações são mais intensas e nem sempre se consegue conjugar os dois objetivos em um único ambiente: o de otimização do tratamento dos esgotos e da produtividade piscícola.

Já o cultivo de peixes em sistemas intensivos, tanques alimentados com efluente tratado, possibilita um melhor manejo da qualidade, por meio do controle de vazões afluentes para a taxa de renovação de água desejada, principalmente se estes forem contíguos às lagoas de estabilização. Outro diferencial do uso dos tanques é o fato da grande maioria serem construídos rasos (com pequenas profundidades), retangulares e com elevada relação comprimento: largura, e, portanto, assemelhando-se bastante a configuração uma lagoa de estabilização. Essas características propiciam a produção primária, que é a base da cadeia alimentar de todos os peixes, e, conseqüentemente proporciona a economia no fornecimento de ração (BASTOS, *et al.*, 2006).

Outro ponto importante a ser destacado é que a prática do reúso na piscicultura deve obedecer aos princípios da sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, ou seja, a atividade deve garantir retorno financeiro, não impor riscos à saúde humana e não provocar impactos ambientais. Adicionalmente, impõe-se o desafio de vencer resistências de natureza cultural (BASTOS, 2003 *apud* TAVARES, 2008).

Sendo assim, o uso de sistema intensivo é a forma de manejo indicada no reúso de efluentes na piscicultura para o Estado do Ceará.

Viabilidade de implantação do reúso na piscicultura no Estado do Ceará

O Ceará é o maior produtor e consumidor de tilápia do Brasil, sendo estimados a pesca e cultivo de vinte mil toneladas por ano, e um consumo de trinta mil toneladas por ano (OPOVO, 2009). A Tabela 3 mostra dados da produção da tilápia no Estado no período de 1999 a 2006 e também as projeções para o período de 2007 a 2010. Na referida tabela é possível verificar que a produção da tilápia vem aumentando ano a ano, e que a atividade tem gerado emprego, renda e divisas para o Estado.

Os principais municípios produtores do Ceará são Sobral, Jaguaribe, Sertão Central (Quixadá e Quixeramobim), Pedra Branca, Maranguape, Caucaia e Aquiraz, na Região Metropolitana de Fortaleza, Juazeiro do Norte e Crato, no Cariri. Todavia, vale salientar que a produção da tilápia ocorre em menor escala em todo o Estado (FIEC, 2005).

Tabela 3 – Indicadores de piscicultura no Estado do Ceará.

Indicadores	UND	2002	2003	2004	2005	2006	2007*	2008*	2009*	2010*
Área Cultivada	ha	25	45	57	77	130	136	150	170	200
Produção	Ton	5.000	9.000	11.400	13.860	23.400	24.480	27.000	30.600	36.000
Valor da Produção	R\$ mil	15.000	27.000	34.200	41.580	70.200	73.440	81.000	91.800	108.000
Valor da Produção/ha	R\$/ha	60.000	600.000	600.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000	540.000
Empregos Diretos	Emp.	315	399	539	910	952	1.050	1.190	1.190	1.400
VBP/empregos	R\$/emp	85.714	85.714	85.714	77.143	77.143	77.143	77.143	77.143	77.143
Exportações	US\$	-	-	-	-	-	2.623	4.000	5.000	6.000

Fonte: IBGE/DAS/EMATERCE/Inst. Agropolos/MDIC.

* Projeção; Situação em janeiro de 2007.

A disseminação do cultivo dessa espécie no Ceará se deve principalmente ao fato do Estado apresentar as condições ideais para o cultivo do peixe, e também ao fato de a tilápia ser considerada um peixe nobre, onde nada se perde, podendo ser vendido inteiro, filetado e em posta. A pele, fina e maleável, após transformada em couro, pode ser utilizada para confecção de roupas, calçados, cintos, bolsas e chaveiros. A carcaça é usada para a fabricação da própria ração do peixe (FIEC, 2005).

Diante do exposto, fica evidenciado que a produção de tilápia no Estado é um mercado bastante promissor e que vem crescendo ano a ano. Outro ponto a ser observado é que em 2008 a área de cultivo foi de cerca de 150 ha, e a vazão de efluente tratado (1.872,0 L/s) seria possível atender a essa área de cultivo, conforme já visto anteriormente.

É importante também salientar que, além das condições favoráveis para disseminar a utilização de efluentes tratados na piscicultura, essa prática poderia ser utilizada pelo Governo do Estado como uma das alternativas no combate à fome, ação esta que vem sendo bastante enfatizada pelo Governo Federal. Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2007), a piscicultura é uma das grandes alternativas para produção de alimentos, constituindo fonte rica em proteína animal a custos favorecidos. Seu desenvolvimento, além da geração de alimentos, produz empregos, impostos e divisas, possibilitando a diversificação de culturas e de fontes de renda no espaço rural, com a instalação, inclusive, de indústrias de insumos e de processamento dos pescados (TAVARES, 2008).

Portanto, o Governo do Estado, por intermédio da SDA e da Cagece, poderia criar / implementar políticas públicas que possibilitassem a disseminação da prática do reúso de efluentes na piscicultura, visando, dessa forma, melhorar as condições sociais e econômicas da população, principalmente o pequeno produtor rural e as comunidades carentes, oferecendo oportunidades de mercado e alimento aos segmentos mais necessitados da sociedade.

CONCLUSÕES

O estudo do potencial de reúso na piscicultura mostrou que:

Os sistemas de lagoas de estabilização em operação na RMF e interior do Estado podem disponibilizar uma vazão de cerca de 1.872,0 L/s, e com essa vazão é possível suprir, em média, uma área de cultivo de peixes de 1.497.600 m² (149,7 ha);

Das 44 estações estudadas, as ETEs Tupimirim (Fortaleza), Aquiraz, Cratéus, Itapipoca, Paracuru, Lagoinha (Paracuru) e Paraipaba já apresentam o efluente atendendo aos padrões recomendados pelo ProSab, e, portanto, cerca de 275,4 L/s de efluente tratado está disponível para ser utilizado de imediato; sendo que com essa vazão seria possível atender, em média, uma área de cultivo de peixes de 221.000 m² (22,1 ha);

A Tilápia do Nilo é a espécie de peixe mais indicada para ser utilizada na disseminação do reúso em piscicultura no Estado do Ceará, sendo o cultivo do tipo intensivo em tanques a forma de manejo recomendada. A produção de tilápia no Estado é um mercado bastante promissor e que vem crescendo ano a ano; além disso, a

produção regional é bem inferior à demanda, podendo vislumbrar-se a possibilidade de implantação e manutenção de novos tanques piscícola utilizando estes efluentes.

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASTOS, R. K. X. et al. Utilização de esgoto na piscicultura. In: DOS SANTOS, M. L. F. Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
2. BASTOS, R. K. X. et al. Tratamento de esgotos sanitários e usos múltiplos de efluentes. R. Bras. Eng. Agrícola Ambiental, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.164-170, 2005.
3. BASTOS, R. K. X.; ANDRADE, C. O. N.; VON SPERLING, M.; BEVILACQUA, P. D. Utilização de Esgotos Tratados em Irrigação – Aspectos Sanitários. In: BASTOS, R. K. X. (Coordenador). “Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura”. Vol. 3, PROSAB. 1º Edição. Belo Horizonte, 2003.
4. BEVILACQUA, P. D. et al. Uso de esgotos tratados para produção animal. In: DOS SANTOS, M. L. F. Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
5. DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R. Reversão sexual de larvas de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de banhos de imersão em diferentes dosagens hormonais. Rev. Acad., Curitiba, v. 5, n. 4, p. 391-395, out./dez. 2007.
6. FIEC. Disponível em: <<http://www.sfiac.org.br/noticias/export-tilapia110405.htm>> 11/4/2005. Acesso em 13/11/2009
7. MOTA, S.; ROCHA, E. J, R. Aspectos sanitários e ambientais do reúso de água. In: MOTA, S.; AQUINO, M, D.; SANTOS, A. B (Organizadores). “Reúso de Águas em Irrigação e Piscicultura”. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará/ Centro de Tecnologia, 2007.
8. OPOVO. Disponível em: <<http://opovo.uol.com.br/opovo/economia/905655.html>> 31/08/2009. Acesso em: 13/11/2009.
9. TACHIBANA et al. Densidade de estocagem de pós-larvas de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. B. Inst. Pesca, São Paulo, 34(4): 483 - 488, 2008.
10. TAVARES, F, DE A. Reúso de água e polimento de efluentes de lagoas de estabilização por meio de cultivo consorciado de plantas da família lemnaceae e tilápias. Tese de Doutorado. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.