

# IMPACTOS AMBIENTAIS DA CARCINICULTURA DE ÁGUAS INTERIORES

## ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE INLAND SHRIMP FARMING

*MARIA CLÉA BRITO DE FIGUEIRÊDO*

Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical. Mestre em Desenvolvimento Sustentável (Science and Technology Studies) pelo Rensselaer Polytechnic Institute, Estados Unidos

*LÚCIA DE FÁTIMA PEREIRA ARAÚJO*

Engenheira Química. Especialização e Mestrado em Saneamento Ambiental pela UFC

*MORSYLEIDE DE FREITAS ROSA*

Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical. Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ

*LÚCIA DE FÁTIMA SABÓIA DE MORAIS*

Geógrafa. Bolsista da Embrapa Agroindústria Tropical

*WALT DISNEY PAULINO*

Engenheiro Agrícola. Gerente de Desenvolvimento Operacional da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH

*RAIMUNDO BEMVINDO GOMES*

Professor da Área de Química e Meio Ambiente do CEFET. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFPB

Recebido: 16/11/05    Aceito: 21/07/06

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar os principais aspectos e impactos ambientais relacionados à carcinicultura em águas interiores, através da análise das etapas do processo e dos diferentes tipos de cultivo, em 32 fazendas localizadas nas bacias do Médio e Baixo Jaguaribe, Ceará, Brasil. Essa avaliação foi realizada aplicando-se questionários e realizando-se a caracterização dos efluentes e do solo de 3 viveiros selecionados. Os principais impactos ambientais estão relacionados à ocupação de áreas de preservação permanente pelos viveiros de engorda, conflitos pelo uso da água em região semi-árida, contaminação de corpos hídricos que são fonte de abastecimento humano para os municípios da região e aumento de doenças entre os trabalhadores rurais pela manipulação inadequada de produtos químicos durante o cultivo. Esses impactos podem ser reduzidos a níveis compatíveis com a capacidade de suporte do meio, quando respeitada a legislação e adotada boas práticas de manejo. Recomenda-se também a condução de estudos que avaliem a capacidade de suporte da bacia hidrográfica, visando balizar o licenciamento ambiental e a concessão de outorgas de água para o desenvolvimento da atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carcinicultura de águas interiores, impactos ambientais, Bacia do Baixo Jaguaribe.

### ABSTRACT

*This work aims to identify the main environmental aspects and impacts of the inland shrimp farming, through the analysis of the process stages and different cultivation techniques in farms located in the Baixo Jaguaribe region, Ceará State, Brazil. This evaluation was done applying questionnaires along with all farm owners or managers and making physical-chemical analysis of the effluents and the tanks soil in three selected farms. The main environmental impacts identified are related to the occupation of preservation areas by the shrimp tanks, greater conflicts between water users, contamination of the water resources that are also the main source of drinking water to the municipalities and the increase of diseases among rural workers by the inadequate manipulation of chemical products during production. These impacts can be reduced to match with the region environmental capacity, when the legislation is respected and the good practices are adopted. Besides, it is also recommended to carry out research studies that access the watershed environmental capacity to sustain shrimp farming growth, in order to orient environmental and water use licensing.*

**KEYWORDS:** Shrimp farming, environmental impacts, Baixo Jaguaribe watershed.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da carcinicultura em águas interiores é resultado de uma demanda crescente do mercado internacional por camarão cultivado, do adensamento das fazendas nos estuários, da especulação imobiliária no litoral e da adaptação da espécie *L. vannamei* a águas com baixa salinidade (0,5 a 28,3 ‰). Esses fatores têm contribuído para o desenvolvimento da atividade em países como Estados Unidos (Arizona, Texas, Alabama e Flórida), Equador, Panamá e Brasil.

De um modo geral, não há dados sobre carcinicultura em águas interiores (Figueirêdo et al., 2003). No Brasil, não existem informações publicadas sobre a quantidade de fazendas já instaladas; entretanto, sabe-se que nos três últimos anos, muitas fazendas vêm se instalando em ambientes de baixa salinidade no Ceará e Rio Grande do Norte. De acordo com a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará - SEMACE, já estão em operação fazendas de camarão em regiões interiores também nas bacias do Coreaú, Curu e Acaraú, sendo a maioria dos empreendimentos de porte pequeno e médio.

Essa atividade traz conseqüências sócio-econômicas, políticas, tecnológicas e ambientais que precisam ser adequadamente acompanhadas pela pesquisa agropecuária para que possa ser sustentável a médio e longo prazos. Entretanto, o cultivo do camarão marinho em água de baixa salinidade vem ocorrendo espontaneamente sem uma política orientativa e disciplinadora dessa nova atividade no semi-árido nordestino.

O objetivo deste trabalho foi identificar as principais questões ambientais relacionadas à carcinicultura em águas interiores, tomando como referência as informações inéditas produzidas pelo projeto 0102006500, financiado pelo FINEP/CTHIDRO, "Suporte Tecnológico para a Melhoria da Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos no Baixo Jaguaribe", que tratou da atividade de carcinicultura e de outras atividades causadoras de impactos ao meio ambiente.

## METODOLOGIA

Para o levantamento das principais questões ambientais associadas à carcinicultura, foram avaliadas todas

as etapas do processo. As questões ambientais de cada etapa foram definidas a partir de visitas e aplicação de questionários em 32 fazendas de carcinicultura, localizadas na planície aluvial do Rio Jaguaribe, nas bacias do Médio e Baixo Jaguaribe, trecho entre as barragens do Castanhão e Itaiçaba, região onde não ocorre interferência de água salina e onde a atividade é intensa. Os questionários buscaram identificar as práticas de manejo utilizadas em cada etapa de produção, assim como a ocorrência de impactos ambientais. As etapas de produção consideradas para análise foram: construção dos viveiros, aclimação, engorda, despesca e preparo do solo.

Tendo em vista que há diferentes sistemas de cultivo, foram selecionados 3 viveiros de 3 fazendas para monitoramento de efluentes: Fazenda 1, que não fertiliza e aera; Fazenda 2, que fertiliza e aera; e Fazenda 3 que não fertiliza e não aera. Para a caracterização dos efluentes contínuos, foram coletadas amostras quinzenais de água, durante um ciclo da engorda, no período de outubro de 2003 a março de 2004. Os pontos selecionados em cada fazenda foram a captação de água no Rio Jaguaribe, dentro do viveiro e no vertedouro de saída. Durante a despesca dos viveiros monitorados, que normalmente demora em torno de 17 horas, foram coletadas amostras do efluente, em intervalos aproximados de 2 horas, a partir da abertura das comportas até o final do processo.

Os parâmetros dos efluentes contínuos analisados foram: pH, turbidez, nitrato, amônia total, condutividade elétrica (CE), DBO<sub>5</sub>, fósforo total, fósforo solúvel, alcalinidade total, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, sólidos suspensos, coliformes termotolerantes e clorofila "a". Para a despesca, foram acrescentados oxigênio dissolvido (OD) e fração de sólidos sedimentáveis. As análises foram realizadas no Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias - LIAMAR do CEFET-CE, seguindo a metodologia APHA (1998)

Os valores foram comparados com os limites estabelecidos pela Portaria 154, de 22 de julho de 2002 da SEMACE que "dispõe sobre padrões de lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras".

Para a estimativa do consumo hídrico e da vazão, optou-se pelo acom-

panhamento da variação do volume armazenado no viveiro. Com o viveiro vazio, foi feito um levantamento topográfico plani-altimétrico sendo possível associar o volume a cada nível da água armazenada. Para o cálculo do consumo hídrico e da vazão total dos efluentes contínuos, foi instalada uma régua limnimétrica em dois dos três viveiros monitorados, realizadas leituras diárias no início da manhã e ao final da tarde e calculados o consumo hídrico total e a vazão média de lançamento dos efluentes em cada cultivo.

Foi calculada a carga poluidora referente a DBO<sub>5</sub>, amônia total, fósforo total e sólidos suspensos totais (SST) e foi considerado que cada fazenda realiza em média dois ciclos e meio de produção por ano. Para os efluentes contínuos, a carga foi calculada multiplicando-se o volume total de lançamento do cultivo pelo valor médio da concentração de cada parâmetro. Para os efluentes da despesca, a carga acumulada foi calculada levando em consideração a evolução da vazão ao longo da despesca e os valores pontuais da concentração dos parâmetros.

Para o estudo de efeitos do cultivo sobre o solo dos viveiros, foram coletadas amostras compostas de solo dos três viveiros monitorados e fora deles, nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm. A coleta ocorreu logo após a despesca e antes da realização da calagem. Cada amostra composta foi obtida a partir de 20 pontos aleatórios e realizando-se zigzague na área. As fazendas selecionadas não escavaram o solo para construção dos viveiros, mas importaram solo de outros locais para construção dos taludes. Assim, as camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm dentro e fora do viveiro estavam na mesma profundidade.

## RESULTADOS

### Etapas: Construção dos viveiros

Nessa etapa comumente ocorre o desmatamento e limpeza do terreno, seguido das escavações para construção dos viveiros de engorda e canais de abastecimento e de drenagem.

As características do solo influenciam diretamente o consumo de água pelas fazendas. As fazendas localizadas em solos arenosos requerem um maior volume de água para reparar as perdas

elevadas por infiltração. Numa fazenda de solo com teor de areia de 199 g/kg, silte 677 g/kg, argila 124g/kg e com porosidade de 50%, as perdas no viveiro chegaram a 40mm/dia sem drenagem do viveiro, referente à infiltração. De acordo com o Código de Boas Práticas na Criação de Camarão da Aliança Global de Aquicultura (GAA, 2003), os solos ideais para a carcinicultura são os que possuem uma mistura em partes iguais de areia, silte e argila e que possuem não mais que 10% de matéria orgânica.

Usualmente, o solo retirado dos tanques e do canal é utilizado na formação dos taludes dos viveiros, que podem possuir ou não revestimento (vegetação natural, pedras, telhas, madeira ou cascalho). A ação erosiva nos taludes e canais de despesca se intensifica quando os mesmos encontram-se desnudos ou revestidos com vegetação natural que perde a folhagem nos períodos de estiagem. Essa erosão contribui para o assoreamento dos corpos hídricos, além de alterar a estrutura do solo já modificado com as escavações dos canais e viveiros.

Na área de estudo também observou-se que 10 das 36 fazendas encontram-se dentro da área de preservação permanente - APP do Rio Jaguaribe. A localização do empreendimento deverá observar a Resolução CONAMA Nº 303, de 20 de março de 2002 que "*Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente*".

Considerando que a largura média do leito maior do rio no trecho em estudo está entre 200 e 250m, a faixa de preservação permanente, de acordo com a referida resolução, é de 200m. Qualquer intervenção antrópica em APP só é permitida com a prévia autorização do órgão ambiental competente.

As APP's dos corpos hídricos são essenciais no controle da erosão, assoreamento e inundação em épocas de chuva. A construção de fazendas nessas áreas, além de impactar o meio ambiente, representa um risco para o empreendedor, que pode perder sua produção pelo transbordamento de rios e lagoas. Esse fato ocorreu entre os meses de janeiro e junho de 2004, meses de intensa precipitação pluviométrica no Baixo Jaguaribe, provocando a perda de produção de muitas fazendas localizadas no leito maior do rio Jaguaribe e de lagoas da região.

Poucas fazendas utilizam grades ou telas de proteção na captação de água no

Rio e no viveiro, implicando na entrada de animais que concorrem com o alimento destinado aos camarões. Além de representar um custo para a produção, a presença desses invasores contribui para elevação da carga orgânica no fundo dos viveiros e possível lixiviação de amônia e outros compostos para as águas subterrâneas.

### **Etapas: Aclimação**

Antes de serem enviadas aos viveiros de engorda, as pós-larvas (PLs) devem ser aclimatadas aos novos níveis de salinidade.

No Baixo Jaguaribe, a aclimação é realizada utilizando-se diferentes métodos, diferindo quanto ao tempo de aclimação e à oferta de ração. A falta de procedimento padrão acarreta o uso aleatório de insumos e energia nesse processo, com impactos sobre o meio ambiente. O excesso de água contribui para a escassez hídrica característica da região. A alimentação em demasia acarreta a elevação dos nutrientes e matéria orgânica do efluente final, que contribui para a eutrofização de rios e lagoas da região.

É importante considerar ainda a carga de sais que está sendo introduzida nos corpos hídricos, pela utilização constante da água do mar no início do processo de aclimação. Cerca de 1.302 m<sup>3</sup> (14 m<sup>3</sup> por tanque x 31 fazendas x 2,5 ciclos por ano) de água salina proveniente do mar são lançados por ano em corpos de água doce no Baixo Jaguaribe. Essa carga contribui para o acúmulo de sais, principalmente nas lagoas, que já estão sujeitas a um alto índice de evaporação e recebem também os efluentes da engorda e despesca ricos em nutrientes.

Uma alternativa ao lançamento dos efluentes da aclimação em corpos hídricos é o seu tratamento e sua recirculação. Essa possibilidade foi investigada em 2001 por Neves (2002). Na pesquisa, foi utilizada a evaporação para concentrar a salinidade e a filtração biológica para remoção da matéria orgânica. Os resultados da avaliação dessa técnica em comparação com o método tradicional mostraram ganhos equivalentes de comprimento, peso e biomassa, manutenção da conversão alimentar e sobrevivência do camarão.

O processo de aclimação também é responsável pela geração de resíduos sólidos provenientes dos sacos

que transportaram as PLs e das embalagens de ração, fertilizante e calcário. As embalagens são comumente queimadas, pela inexistência no meio rural de coleta pública de lixo. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em tramitação no Congresso Nacional, e a Lei de Resíduos Sólidos do Ceará de 2001, é proibida a disposição de lixo a céu-aberto ou a sua queima. A queima do lixo contamina o ar pelo lançamento de gases tóxicos a animais, plantas e comunidade rural circunvizinha.

Como alternativa para reduzir a geração de resíduos sólidos, sugere-se a utilização de containers no transporte das PLs, que poderão ser retornados aos laboratórios. Outra possibilidade a ser investigada é o retorno dos sacos vazios aos laboratórios para reúso.

### **Etapas: Engorda**

Após a aclimação, os camarões são transferidos para os viveiros de engorda. Na área de estudo, a fonte de água para a engorda é, majoritariamente, o rio Jaguaribe.

Durante a engorda, os camarões são alimentados com ração farelada. A quantidade de bandejas utilizadas está entre 28 e 125 bandejas/ha. Algumas fazendas utilizam fertilizantes fosfatados e nitrogenados para aumentar a oferta de plâncton, alimento natural dos camarões.

A qualidade da água nos viveiros é monitorada diariamente através dos parâmetros OD e pH. O uso de aeradores busca aumentar o teor de oxigênio disponível. Quando o OD cai para valores inferiores a 4 mg/L, costuma-se realizar a troca de água no viveiro. As fazendas também demandam água diariamente para repor as perdas por infiltração e por evaporação (entre 6 e 10 mm/dia). As perdas por infiltração variam de acordo com o tipo de solo, chegando a 40mm/dia em solos franco-siltosos com porosidade de 50%. Na fazendas analisadas, pratica-se uma taxa de renovação de água entre 2 e 7% ao dia, a partir do 30º dia de cultivo. Essa taxa pode ultrapassar os 70% quando se quer provocar a troca da carapaça do camarão.

### **Demanda Hídrica**

Considerando as leituras das régua limnimétricas instaladas em 3 viveiros de 3 fazendas, estima-se que o

consumo diário de água dessa atividade, na região em estudo, é em média 262 m<sup>3</sup>/ha, podendo variar de 132 até 373 m<sup>3</sup>/ha, de acordo com a textura do solo e o sistema de cultivo adotado (Tabela 1). É importante observar que embora a fazenda que “fertiliza e aera” tenha tido um consumo mais elevado, seu solo é mais passível de infiltração.

O consumo médio hídrico anual de uma fazenda de camarão, com 2,5 ciclos de produção de 90 dias cada, é estimado em 58.874 m<sup>3</sup>/ha. Os ciclos de produção monitorados duraram entre 90 e 102 dias.

Comparando a demanda hídrica média da carcinicultura em 2002 com a das principais culturas irrigadas da região, conclui-se que a atividade demanda volume superior (Tabela 2).

O elevado consumo hídrico gera conflitos pelo uso da água na região e contribui para redução desse já escasso recurso natural. Para redução desse consumo é indispensável a realização de pesquisas que definam um método de recirculação de água nas fazendas e que estabeleçam sistemas de cultivos próprios para regiões interiores. A escolha de solos com baixa permeabilidade, também contribui para redução do consumo de água nos viveiros.

#### Arraçoamento e fertilização

De acordo com Lawrence et al (2001), a ração é o principal agente poluente na aquicultura. Mesmo se fornecida em quantidade e forma correta, estima-se que apenas 17 a 25% da ração fornecida, sejam efetivamente transformados em carne (Júnior & Neto, 2002). O restante, na forma de ração ou de excretas do camarão, deposita-se no fundo do viveiro, contribuindo para a deterioração da qualidade da água, pelo aumento da carga orgânica e, conseqüente aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Uma qualidade da água inferior implica no maior consumo de energia para aeração e maior troca de água nos viveiros. A busca pela redução dos custos tem levado o produtor a utilizar rações de baixa qualidade que degradam a água de cultivo. A taxa de conversão média das fazendas pesquisadas é de 2 kg de ração para 1 kg de camarão, que é considerada muito alta.

Um fator determinante para o desperdício de ração é a técnica utilizada

Tabela 1 – Demanda hídrica nas 3 fazendas monitoradas

Sistema de cultivo	Solo	Consumo hídrico (m <sup>3</sup> /ha/dia)
Fazenda 1	Franco-argilo siltoso	281
Fazenda 2	Franco siltoso	373
Fazenda 3	não analisado	132
Consumo médio hídrico		262

no arraçoamento. Um espaçamento grande entre as bandejas de alimentação, como o praticado em algumas fazendas visitadas, implica na oferta de uma grande quantidade de ração por bandeja. Durante o arraçoamento, grande parte da ração é transportada para fora das bandejas quando as mesmas são submersas. A ração, quando não consumida, não pode ser retirada do viveiro, acumulando-se no fundo dos mesmos. As seguintes substâncias são comuns em rações para o camarão: Mg, Ca, P, Mn, Cu, Zn e K (Purina, 2005).

A utilização contínua de fertilizantes inorgânicos nos viveiros, em conjunto com as sobras de ração e a elevada evaporação, contribui para elevação dos sais no fundo do viveiro. Os fertilizantes fosfatados mais utilizados (superfosfato triplo e MAP) possuem baixa solubilidade (Kubitza, 2003) e quando não consumidos pelo fitoplâncton, sedimentam no fundo dos viveiros, além de aumentar a quantidade de nitrogênio e fósforo na água.

O aumento de sais contribui para a elevação da CE do solo, que é prejudicial às plantas. As análises do solo nas fazendas monitoradas mostram que, embora a CE e o PST encontrados nos viveiros estejam dentro dos valores padrões esperados para os solos, ocorreu uma elevação desses teores quando se compara os valores dentro e fora do viveiro (Tabela 3).

Também foi observado um aumento dos teores de Ca, Mg, P, S, CE, Mn, Fe e Zn nas duas camadas de solo dos viveiros (Tabela 4), indicando lixiviação de nutrientes para as camadas mais profundas, sendo um fator potencial de poluição de águas subterrâneas.

Outra questão associada à fertilização é a possibilidade de contribuir para o crescimento de microalgas que liberam toxinas prejudiciais aos camarões e à saúde humana, como as cianobactérias. As cianobactérias reduzem os

níveis de oxigênio na coluna d'água e no sedimento dos viveiros com circulação restrita, requerendo maior aeração e trocas de água. Por terem a capacidade de absorver o nitrogênio atmosférico, as cianobactérias se sobressaem em relação às outras algas, ocasionando *bloom* (Oliveira, 2004).

Para reduzir esses problemas, torna-se necessário o uso de ração de qualidade, o cálculo adequado da quantidade de ração a ser utilizada, uma melhor distribuição do alimento no viveiro, o uso de bandejas com laterais mais largas que evitam o lançamento do alimento no solo e a aplicação de fertilizantes a partir do conhecimento dos tipos de microalgas predominantes. Outra alternativa para redução da deterioração da qualidade da água é a redução da densidade de cultivo, que implicará numa menor quantidade de ração aplicada e menor consumo de energia na aeração.

#### Efluentes contínuos

Os efluentes da engorda, resultantes das trocas de água nos viveiros, são lançados nos corpos d'água sem tratamento prévio. Os principais corpos receptores desses efluentes são: o Rio Jaguaribe, recebendo efluentes de 44% das fazendas de engorda da região; as lagoas da região, recebendo efluentes de 47% das fazendas, o Rio Palhano, recebendo efluentes de 6% das fazendas; e córregos naturais, recebendo efluentes de 3% das fazendas.

De acordo com a Portaria 154, de 22/07/2002, da Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, o lançamento de efluente deve estar dentro dos padrões de qualidade estabelecidos, tornando necessária a caracterização físico-química e química do efluente das fazendas estudadas.

Analisando os dados de monitoramento dos efluentes das Fazendas 1 e 2 constata-se que os valores médios de lançamento dos parâmetros pH,

Tabela 2 – Demanda hídrica da atividade de carcinicultura X irrigação no Baixo Jaguaribe

Atividade	Área	Safras anuais	Estimativa do consumo hídrico anual (m <sup>3</sup> /ha)	Total (m <sup>3</sup> anual)
Carcinicultura	350,48	2,5	58.874	20.634.153,25
Arroz	1.602	2,0	33.000	52.866.000,00
Banana	197	Todo o ano	15.500	3.053.500,00

Fonte: Figueirêdo et al, 2004

Tabela 3 – Salinidade nos solos de viveiros, resultante de uma amostra coletada nas fazendas monitoradas

Fazendas	Amostras coletadas	pH	CE - solo	PST	Classe de solo*	Culturas sensíveis a CE
Fazenda 1	Viveiro (0-10 cm)	6,8	1,27	0,26%	normal	Feijão, Cebola e Cenoura
	Fora do viveiro (0-10 cm)	6,4	0,51	0,38%	normal	–
	Viveiro(10-20 cm)	6,5	0,70	0,40%	normal	–
	Fora do viveiro (10-20 cm)	6,2	0,26	0,48%	normal	–
Fazenda 2	Viveiro (0-10 cm)	6,9	1,75	0,60%	normal	Feijão, cebola, cenoura, cana-de-açúcar, milho, abacate, laranja, limão, uva, batata doce, pêssego
	Fora do viveiro (0-10 cm)	6,7	1,19	1,10%	normal	Feijão
	Viveiro (10-20 cm)	6,4	0,45	0,66%	normal	–
	Fora do viveiro (10-20 cm)	6,8	0,20	3,42%	normal	–
Fazenda 3	Viveiro (0-10 cm)	6,9	0,8	0,56%	normal	–
	Fora do viveiro(0-10 cm)	6,8	0,4	0,77%	normal	–
	Viveiro (10-20 cm)	7,0	0,9	0,64%	normal	–
	Fora do viveiro (10-20 cm)	6,8	0,6	1,05%	normal	–

\* Classe estabelecida conforme Pizarro (1978)

Tabela 4 – Resultados das análises químicas dos solos a partir de uma amostra coletada nas fazendas de camarão monitoradas

	Amostras	M.O	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C.E
Fazenda 1	Viveiro (0-10 cm)	16,5	6,8	107	4,4	268	137	1,1	<1	71	0,39	5,8	111	33,8	2,7	1,27
	Fora do viveiro (0-10 cm)	26,3	6,4	142	7,0	147	68	0,9	<1	8	0,80	3,1	40	32	1,8	0,51
	Viveiro(10-20 cm)	13,0	6,5	107	4,6	139	94	1,0	<1	17	0,30	4,8	145	39,1	1,7	0,70
	Fora do viveiro (10-20 cm)	14,6	6,2	68	2,9	145	82	1,2	<1	7	0,83	2,6	43	23,6	0,9	0,26
Fazenda 2	Viveiro (0-10 cm)	12,8	6,9	75	3,7	92	58	1,0	<1	30	0,54	2,3	88	21,7	2,0	1,75
	Fora do viveiro (0-10 cm)	22,1	6,7	94	4,3	100	39	1,7	<1	8	0,84	1,0	21	53,6	2,6	1,19
	Viveiro (10-20 cm)	10,9	6,4	64	3,8	73	44	0,9	<1	8	0,57	2,7	142	58,1	1,1	0,45
	Fora do viveiro (10-20 cm)	14,6	6,8	25	1,2	16	37	2,2	<1	8	0,77	<0,1	14	14,9	0,9	0,20
Fazenda 3	Viveiro (0-10 cm)	17,9	6,9	128,0	2,3	192,0	78,0	1,6	<1	40,0	0,5	4,1	86,0	11,0	1,8	0,8
	Fora do viveiro (0-10 cm)	12,7	6,8	114,0	3,5	79,0	36,0	1,0	<1	8,0	0,5	0,7	19,0	8,5	0,7	0,4
	Viveiro (10-20 cm)	13,5	7,0	104,0	1,7	201,0	79,0	1,9	<1	38,0	0,5	3,5	71,0	11,9	1,5	0,9
	Fora do viveiro (10-20 cm)	7,8	6,8	98,0	3,0	68,0	32,0	1,2	<1	9,0	0,4	0,5	18,0	9,9	0,8	0,6

Temperatura, Sólidos Suspensos Totais (SST), Amônia Total, OD e Coliformes Termotolerantes encontram-se dentro dos padrões estabelecidos. Entretanto, quando comparados com a média da captação, os efluentes contínuos contribuem para uma elevação do pH, turbidez, sólidos suspensos, CE, fósforo total, clorofila a, DBO<sub>5</sub>, amônia total e alcalinidade total no corpo receptor

A carga poluidora média dos efluentes contínuos gerados pelas Fazendas 1 e 2, calculada para os parâmetros SST, Amônia Total, Fósforo Total e DBO<sub>5</sub> é de 1.115, 7,2, 4,7 e 276,5 kg/ha.ano, respectivamente, Figueirêdo et al (2005).

Os efluentes contínuos lançados no Rio Jaguaribe e em outros corpos d'água contribuem para o aumento dos nutrientes, favorecendo o processo de eutrofização em locais onde as águas encontram-se barradas e em lagoas da região. A barragem de Itaiçaba e as Lagoas de São Bento e Rasa são exemplos de áreas com espelho d'água coberto por macrófitas, indicador do processo de eutrofização.

Para aumentar ao máximo o tempo de retenção da água de cultivo nos viveiros e canais de descarga, podem ser incrementadas as taxas de aeração mecânica além dos níveis requeridos para a sobrevivência dos camarões. Deste modo, haverá uma maior remoção de nitrogênio e fósforo da água por meio de processos naturais do viveiro. Outra alternativa importante é a utilização de sistemas de recirculação de água ou de reutilização de efluentes na irrigação que evitam o lançamento desses efluentes em corpos d'água, além de contribuir com a redução da demanda hídrica. Para tanto, pesquisas precisam ser realizadas também com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica e ambiental e de qualidade do camarão produzido a partir desses sistemas em águas interiores.

#### Armazenamento inadequado de insumos

Outro aspecto ambiental importante na etapa de engorda está relacionado ao armazenamento de fertilizantes, calcário e ração nas fazendas. Em muitas propriedades, esses insumos são depositados em locais inadequados, acarretando o desgaste das embalagens e vazamentos que contribuem para a poluição ambiental. A manutenção desse

material em galpão fechado e isolado é importante para a prevenção de derramamentos e redução dos desperdícios na fazenda.

#### Etapa: Despesca

Ao final do período de engorda é realizada a despesca do camarão, onde todo o volume do tanque é esvaziado, com tempo médio de 17 h, iniciando à noite. O volume de efluente de um viveiro de 3 ha é de aproximadamente 27.000 m<sup>3</sup>.

Para captura do camarão, utilizam-se redes. Periodicamente, os camarões são retirados das redes e submersos em uma solução de metabissulfito de sódio e gelo, que conserva o produto e provoca a morte do camarão por choque térmico, inibindo a proliferação de bactérias e prevenindo a melanose. Nas fazendas analisadas, os camarões permanecem nessa solução por cerca de 10 a 30 minutos, sendo então pesados e armazenados em caixas de isopor com gelo para posterior transporte aos frigoríficos, via caminhão baú.

O preparo da solução de metabissulfito de sódio nessas fazendas não segue critérios determinados. Embora a Agência Americana de Alimentos e Fármacos (FDA) recomende 6,25 kg de metabissulfito para 500 L de água (1,25%) com tempo de imersão de 10 min, essa concentração não é suficiente para inibir a melanose, segundo Valença & Mendes (2004). As quantidades normalmente utilizadas variam entre 25 kg e 50 kg de metabissulfito para 500 L de água, com o tempo de imersão variando de 2 a 20 min (Valença & Mendes, 2004).

Ao reagir com a água na despesca, o metabissulfito libera dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), gás que causa irritação nos olhos, laringe e traquéia. O SO<sub>2</sub> é considerado agente de insalubridade máxima pela Norma nº 15 do Ministério do Trabalho.

Ao longo de toda a produção do camarão, verifica-se a falta de uso dos equipamentos de proteção individuais (EPIs) por parte dos funcionários das fazendas, especialmente os que trabalham durante a despesca, onde o manuseio inadequado da solução é um dos principais riscos. Dos entrevistados que informaram utilizar EPI no preparo da solução de metabissulfito, 50% utilizam apenas bota e luvas. Em duas despescas acompanhadas, observou-se

que muitos funcionários entram em contato com a solução de metabissulfito sem nenhum EPI.

Segundo Valença & Mendes (2004), para reduzir os efeitos tóxicos, os trabalhadores devem utilizar máscara com filtro químico para vapores inorgânicos, combinado com filtro mecânico tipo P-1, óculos de proteção, luvas impermeáveis, avental e botas.

Quando lançado em corpos d'água, o metabissulfito reage com o OD e causa o abaixamento do pH da água, podendo provocar a mortandade da biota aquática. Durante a despesca, a manipulação do metabissulfito nas proximidades do canal de descarga acarreta o derramamento do mesmo no canal, além do contato de vários funcionários com o produto. A solução é usualmente descartada no solo nas imediações do canal de despesca logo após o seu uso ou após 2 a 4 dias. Os efeitos desse descarte no solo são desconhecidos.

Segundo as recomendações do Conselho de Certificação da Aqüicultura, Estados Unidos (ACC, 2003) o efluente de metabissulfito deve ser armazenado em um tanque até que a solução tenha se oxidado e a concentração de OD atinja 4 a 5 mg/L. A solução deve então ser tratada com 0,4 kg de hidróxido de cálcio ou hidróxido de sódio por kg de metabissulfito originalmente presente na solução para neutralizar a acidez antes do efluente ser descartado.

#### Efluentes da despesca

Assim como os efluentes contínuos da engorda, os efluentes da despesca são lançados em rios, lagoas e córregos da região, sem tratamento prévio, não observando os padrões estabelecidos pela Portaria 154 da SEMA - CE para lançamento de efluentes. Essa portaria também estabelece que não é permitido o lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora diretamente em corpos lenticos (lagoas, lagoas ou reservatórios).

Em Jaguaruana, a descarga sistemática dos efluentes de viveiros de cinco fazendas de camarão mudou a paisagem das lagoas São Bento e Rasa, atualmente interligadas em função da grande vazão recebida. A análise da CE dessas lagoas mostrou valores de até 1300 µS/cm e, como citado anteriormente, o espelho d'água é praticamente fechado por vegetação macrófita.

Tal condição pode ser explicada, respectivamente, pela elevada taxa de evaporação local associada à grande superfície do espelho d'água, o que contribui para a salinização da água, e pela descarga de nutrientes utilizados como fertilizantes nos viveiros de camarão.

Analisando os valores máximos e mínimos obtidos nos efluentes da despesca das Fazendas 1 e 2 em relação aos padrões legais, percebe-se que, pH, SST, Sólidos Sedimentáveis, Amônia Total e OD não atendem aos valores estabelecidos na legislação (Figueirêdo et al, 2005).

Com exceção da temperatura, os demais parâmetros apresentam uma elevação quando comparados aos valores da água do rio. A elevação durante a despesca é acentuada no final atingindo níveis que requerem tratamento antes do lançamento em corpos hídricos. O mesmo acontece em fazendas em áreas costeiras. De acordo com o Código de Boas Práticas de produção de camarão da Aliança Global de Aquicultura (GAA, 2003) e com Nunes (2002), os 15 a 20% finais da despesca contêm os valores mais altos de sólidos suspensos e nutrientes.

Os valores de SST, fósforo total, amônia total, clorofila a e DBO<sub>5</sub>, associados à elevada vazão de descarga durante a despesca, representam alta carga de poluição, sendo causa potencial de assoreamento do leito e eutrofização das águas, principalmente nos meses de junho a dezembro, quando não ocorrem chuvas e a vazão do rio Jaguaribe é reduzida.

Estudos realizados por Figueirêdo et al (2005) mostraram que a carga poluidora média das fazendas analisadas é de 3.862 kg/ha.ano de SST, 22,5 kg/ha.ano de Amônia Total, 4,4 kg/ha.ano de Fósforo Total e 1.690 de DBO<sub>5</sub> completa. A carga poluidora anual de SST gerada pela carcinicultura é superior à do esgotamento sanitário, nos 4 municípios em estudo. É importante observar que o impacto da carga poluidora da despesca é maior que a carga produzida pelos efluentes contínuos, e que tem como agravante o fato de todo o volume do viveiro ser lançado diretamente em corpos d'água num curto espaço de tempo.

Considerando que as águas do rio Jaguaribe no trecho em estudo são utilizadas para o abastecimento humano, é necessário realizar um tratamento prévio do efluente da carcinicultura, através de alternativas que contemplem o uso de bacias de sedimentação, a recir-

culação e/ou reúso da água nas fazendas da região.

A recirculação pode racionalizar o consumo da água, otimizar os custos, além de reduzir o lançamento de altas cargas de nutrientes nos corpos receptores. Pesquisas estão sendo realizadas no intuito de comprovar a viabilidade técnica da recirculação na criação de camarão em águas salobras (Moss et al, 2001; Davis & Arnold, 1998). Segundo Davis & Arnold (1998) a utilização da recirculação mantém a produtividade, além de eliminar os problemas ambientais do lançamento de efluentes. O reúso dos efluentes contínuos e da despesca na irrigação de culturas resistentes à salinidade (*Atriplex*, *Salicornia bigelovii*, *Distichlis*) vem sendo pesquisado por Glenn et al (1999), com bons resultados na remoção de nitrogênio.

### Introdução de espécie exógena

A espécie cultivada *L. Vannamei* é exógena no litoral brasileiro e, principalmente, em águas interiores. Sua introdução, por ocasião da despesca ou desmoronamento do talude de viveiros, acarreta alterações nos ecossistemas aquáticos, modificando a cadeia trófica.

### Geração de lixo

Outro aspecto ambiental está relacionado à geração de resíduo de isopor pelo manuseio das caixas que acondicionam o camarão no transporte ao frigorífico. Deve-se avaliar a viabilidade da substituição das caixas de isopor por caixas térmicas de fibra, mais duráveis e higiênicas.

### Etapa: Preparo dos solos

Após o esvaziamento, os viveiros ainda conservam uma lâmina de água com resíduos orgânicos decorrentes de caramujos, de peixes que conseguiram penetrar as malhas das grades, das fezes do camarão, dos camarões mortos, da deposição do fitoplâncton, dos restos de ração, adubos e fertilizantes utilizados ao longo do cultivo.

Para que ocorra a oxidação da matéria orgânica no fundo do viveiro, o solo é exposto ao sol em média 15 a 30 dias. Segundo Boyd (2003), o tempo recomendado é por no máximo 10 a 15 dias. Uma exposição prolongada compromete a comunidade microbiológica

e os processos naturais de degradação da matéria orgânica.

A aplicação de calcário calcítico ou dolomítico é feita objetivando corrigir o pH do solo. Essa prática é indicada para os viveiros no litoral (Junior & Neto, 2002), a partir da análise do pH. Entretanto, na maioria das fazendas estudadas, a aplicação é feita sem a realização prévia de análise do solo.

A aplicação de cal virgem ou hidratada também é realizada para eliminar ovos de peixe, macrófitas e outros animais que poderão concorrer com o camarão pelo alimento e pelo oxigênio quando for iniciado um novo ciclo. Essa aplicação, realizada de forma aleatória, aumenta rapidamente o pH do local (cal virgem e hidratada) e a temperatura (cal virgem) provocando a morte de organismos aquáticos.

A aplicação de cálcio corrige o pH, neutraliza o alumínio e o manganês tóxico e floclula o solo, provocando melhor agregação. Entretanto, o excesso de cálcio no solo aumenta o pH e indisponibiliza micronutrientes, como boro, zinco, ferro, cobre e manganês (Primavesi, 1986). Com o enchimento do viveiro no próximo ciclo de produção, o excesso de cálcio poderá ser lixiviado ou ser liberado para a coluna de água, aumentando o pH da água.

Após a despesca, é necessário que o produtor realize uma análise do pH do solo para identificar a necessidade de correção e a quantidade de calcário a ser utilizada. Os efeitos do excesso de aplicação de calcário no solo dos viveiros a longo prazo carecem de investigação.

Outra questão a ser observada é a necessidade de utilização de EPI na aplicação de cal virgem e cal hidratada. Muitos trabalhadores não utilizam EPI na aplicação desses produtos. Devido a sua ação cáustica, o manipulador deve evitar a inalação do produto e o contato com pele, olhos e mucosa, usando máscara, luvas, botas, óculos de proteção, calças e mangas compridas durante a aplicação (Kubitza, 2003).

A evaporação da lâmina de água restante após a despesca contribui para o acúmulo de sais no solo dos viveiros, contribuindo para elevação da sua CE e salinização.

As principais questões ambientais relacionadas à carcinicultura em águas interiores estão sumarizadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Questões ambientais da carcinicultura de águas interiores

Etapa	Ações ou aspectos	Impactos ambientais prováveis	Medidas mitigadoras
Construção de viveiros	Construção em solos arenosos	Elevadas perdas de água por infiltração	Evitar a construção de viveiros em solos arenosos
	Retirada do solo dos tanques	Alterações na estrutura do solo, redução da fertilidade natural	Direcionar a construção de tanques em áreas já desmatadas, salinizadas e/ou de reduzida fertilidade
	Taludes descobertos e canais de drenagem com elevada inclinação	Erosão	Revestir os taludes com mata nativa, cascalho, pedras ou manta PEAD (Membrana com Polietileno de Alta Densidade)
	Construção em área de preservação, mata ciliar	Inundações, assoreamento dos corpos d'água	Não construir viveiros em área de preservação permanente e de relevante interesse ecológico Participar de programas de recuperação da mata ciliar
Aclimação	Desmatamento	Erosão, desequilíbrio ambiental, perda da biodiversidade	Direcionar a construção de tanques em áreas já desmatadas, salinizadas e/ou reduzida fertilidade
	Uso de água salina na aclimação	Aumento da quantidade de sais em corpos de água doce e no solo	Recirculação da água de aclimação em sistema fechado Aquisição de PLs aclimatadas a baixa salinidade
	Consumo elevado de água	Depleção do recurso natural Maior conflito entre usuários pelo uso da água	Recirculação da água Realização de pesquisas sobre técnicas de aclimação de PLs a baixas salinidades
	Lançamento de efluentes ricos em matéria orgânica e nutrientes em corpos d'água	Aumento da carga orgânica e de nutrientes nos corpos d'água contribuindo para o processo de eutrofização	Recirculação da água de aclimação em sistema fechado
Engorda	Disposição inadequada de sacos de ração, calcário, PLs em lixões ou queima a céu aberto	Contaminação do solo e do ar	Implantação de sistema de coleta de lixo no meio rural Retorno dos sacos utilizados no transporte das PLs aos laboratórios fornecedores Transporte das PLs em embalagens reutilizáveis
	Consumo de água nos viveiros de engorda	Contribuição para redução da disponibilidade hídrica na bacia Maior conflito entre usuários pelo uso da água	Recirculação da água Reuso da água nos viveiros de engorda Aeração Redução na densidade de cultivo
	Lançamento de efluentes diretamente em corpos d'água	Aumento da carga orgânica e de nutrientes nos corpos d'água contribuindo para o processo de eutrofização Aumento da salinidade das águas de lagoas	Recirculação da água ou reuso na irrigação Uso de bacias de sedimentação Avaliação da carga poluidora e capacidade de suporte do rio



Tabela 5 – Questões ambientais da carcinicultura de águas interiores - continuação

Etapa	Ações ou aspectos	Impactos ambientais prováveis	Medidas mitigadoras
Engorda	Fertilizações contínuas, arraçoamento inadequado	Aumento da quantidade de nutrientes, contribuindo para processos de eutrofização  Possível salinização do solo	Uso de rações de alta qualidade  Uso moderado de fertilizantes, a partir de análises do plâncton  Uso de técnicas de arraçoamento que reduzem os desperdícios  Aeração  Redução da densidade de cultivo  Aplicação de calcário no solo após despesca, revolvimento do solo
	Armazenamento inadequado de insumos	Perdas de ração e calcário, lixiviação de nutrientes para aquíferos e carreamento para corpos d'água superficiais, eutrofização	Armazenamento em local seco e protegido
Despesca	Lançamento dos efluentes diretamente nos corpos d'água	Aporte de sedimentos, ricos em matéria orgânica e nutrientes, diretamente em corpos d'água, contribuindo para processos de eutrofização	Instalação de bacias de sedimentação  Sistemas de recirculação e reúso de água  Estudo da carga poluidora e avaliação da capacidade de suporte do rio
	Lançamento de metabissulfito em corpos d'água e no solo	Consumo rápido de oxigênio da água e baixa do pH provocando morte da fauna e flora aquática	Aeração da solução e correção do pH antes de ser lançada no meio ambiente
	Uso insuficiente de EPI	Problemas de saúde nos empregados	Uso de EPI
	Escape do camarão	Mudanças na cadeia trófica dos rios	Pesquisas para avaliar as conseqüências nos ecossistemas afetados
	Uso de caixas de isopor	Geração de lixo não degradável	Uso de caixas de fibra com isolamento térmico
Preparo do solo	Secagem completa do viveiro	Redução da comunidade microbiana do solo  Acúmulo de sais no solo	Redução do tempo de exposição do solo ao sol
	Aplicação de calcário sem observar a química do solo	Aumento da alcalidade do solo;  Imobilização de nutrientes, lixiviação	Aplicação de calcário a partir de análise química do solo
	Aplicação de cal virgem e hidratada sem EPI	Problemas de saúde nos empregados	Utilização de EPI

## CONCLUSÕES

Os principais impactos ambientais da engorda de camarões na região do Baixo Jaguaribe estão relacionados à instalação de fazendas em áreas de preservação permanente com alterações na paisagem dos sertões, ao elevado consumo de água doce, concorrendo com outros usos, ao lançamento de efluentes diretamente nos corpos d'água, contribuindo para a eutrofização e contaminação da água, e à manipulação de produtos químicos sem a utilização de equipamentos de proteção individual, acarretando problemas de saúde nos operadores, tendo sido registrado um caso de óbito no município de Itaíçaba.

Os impactos relacionados à localização das fazendas podem ser consideravelmente reduzidos com a realização de um zoneamento para identificação dos locais mais apropriados ao desenvolvimento da atividade e campanhas junto aos carcinicultores para a reconstituição da mata ciliar. A utilização de sistemas de recirculação para os efluentes dos tanques de aclimatação e dos viveiros de engorda contribui para uma redução no consumo de água e na poluição dos recursos hídricos da região. Os efluentes das soluções de metabissulfito, quando adequadamente tratados, podem ser dispostos no solo com um menor impacto sobre a microbiota. O uso de EPIs pelos trabalhadores deve integrar um programa de educação ambiental na região.

Além da adoção de técnicas de manejo menos impactantes, é necessária a condução de estudos que avaliem a capacidade de suporte da bacia hidrográfica em atender à demanda hídrica imposta pela atividade, bem como de diluição dos efluentes lançados pelo conjunto de fazendas, numa determinada região. Esses estudos devem balizar o licenciamento ambiental da atividade e a concessão de outorgas de água para o desenvolvimento da carcinicultura em águas interiores.

A carcinicultura, como as demais atividades produtivas, provoca alterações no meio ambiente, mas que podem ser reduzidas a níveis compatíveis com a capacidade de suporte do meio, contribuindo para o desenvolvimento sustentável de uma região.

## AGRADECIMENTOS

À FINEP, pelo financiamento da pesquisa e à COOPAR (Cooperativa

Agrícola de Russas), pelo contínuo apoio no trabalho junto aos carcinicultores.

## REFERÊNCIAS

- APHA. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 18th edition. American Public Health Association. Washington, D.C. 1998.
- AQUACULTURE CERTIFICATION COUNCIL (ACC). *Aquaculture Facility Certification: Guidelines for Standards*. 2002. Disponível em: <www.aquaculturecertification.org>. Acesso em 12/11/2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). *Notícia especial: emprego gerado pelo camarão e por outras atividades agrícolas*. Revista da ABCC, v. 5, n. 2, p. 30, junho de 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). *Camarão à Brasileira: o censo 2003*. Revista Panorama da Aquicultura, V, 14, n. 82, p. 21-25. 2004.
- BOYD, C. E. *Matéria orgânica do sedimento de leitos de viveiros*. Revista da ABCC, Ano 5, nº 2, pp. 77-81, junho de 2003.
- BRASIL. DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA. *Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado: segmento de mercado/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Departamento de pesca e Aquicultura. Brasília: MAPA/SARC/DPA.CNPq/ABCC, 2001.
- CEARÁ. GOVERNO DO ESTADO. *Portaria 154, de 22/07/2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras*. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo\_legislacao.asp?cd=95> Acesso em: 25/03/2004.
- CONAMA. *Resolução n.357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Site: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>
- DAVIS, D. A, ARNOLD, C. R. *The design, management and production of a recirculating system for the production of marine shrimp*. Aquacultural Engineering, v.17, p. 193-211. 1998.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B., ROSA, M. F., GONDIM, R. S. *Sustentabilidade ambiental da carcinicultura no Brasil: desafios para a pesquisa*. Revista Econômica do Nordeste, v.34, nº 2, p.242-253. 2003.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. et al. *Avaliação da demanda hídrica da carcinicultura em águas interiores*. In: Anais do SIMBRAQ, pg 64. 2004.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. et al. *Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.10, nº2, p.167-174. 2005.
- GLENN, E.P & BROWN, J.J. *Reuse of highly saline aquaculture effluent to irrigate a potential forage halophyte, Suaeda esteroa*. Aquacultural Engineering, Volume 20, Number 2, pp. 91-111(21), June 1999.
- GLOBAL AQUACULTURE ALLIANCE. *Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming*. Disponível em: <www.Gaalliance.org/code.html>. Acesso em 13/02/2003.
- KUBITZA, F. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. Jundiá: F. Kubitza, 229p. 2003.
- JÚNIOR, R. C. B., NETO, A. O. *Camarões marinhos – engorda*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2002.
- LAWRENCE, A. et al. *Environmentally friendly or least polluting feed and feed management for aquaculture*. In: The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming Culture. BROWDY, C. L. e JORY, D. E. (ed). Louisiana: The World Aquaculture Society, p.84-96. 2001.
- MOSS, S.M. et al. *Greening of the blue revolution: efforts towards environmentally responsible shrimp culture*. In: The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Farming Culture. BROWDY, C. L. e JORY, D. E. (ed). Louisiana: The World Aquaculture Society, p.1-19. 2001.
- NEVES, S.R.A. *Projeto: Reuso da água no processo de adaptação do camarão marinho, Litopenaeus vannamei, à água doce em tanques berçários*. In: Pesquisas dão suporte ao desenvolvimento da carcinicultura no Ceará. Pesquisas Funcap, Revista de Ciência e Tecnologia, Ano 4, nº 3, pp. 17-21, Dezembro de 2002.
- NUNES, A. J. P. *Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho*. Panorama da Aquicultura, maio/junho, p. 27-39. 2002.
- OLIVEIRA, D. B. F. *A fertilização e a boa presença das microalgas nos viveiros de camarão*. Panorama da Aquicultura, novembro/dezembro, p. 41-47. 2004.
- PIZARRO, F. *Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos*. Ed Agrícola Española, S.A., Madrid, 521p. 1978.
- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo*. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1986.
- PURINA. *Características Nutricionais*. Disponível em: <www.agribands.com.br>. Acesso em 10/01/2005.
- VALENÇA, A. R. & MENDES, G. N. O. *metabissulfito de sódio e seu uso na carcinicultura*. Panorama da Aquicultura, v. 14, n. 85, p. 57-59. 2004.
- VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG., 240p. 1995.

### Endereço para correspondência:

**Maria Cléa Brito de Figueirêdo**  
**Embrapa Agroindustrial Tropical**  
**Rua Doutora Sara Msquita, 2270**  
**60511-110 Fortaleza - CE - Brasil**  
**Tel.: (85) 3299-1846**  
**Fax: (85) 3299-1803**  
**E-mail: clea@cnpat.embrapa.br**