



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1677-1915

Dezembro, 2004

Documentos 96

Questões Ambientais da Carcinicultura de Águas Interiores: o Caso da Bacia do Baixo Jaguaribe, CE

Maria Cléa Brito de Figueirêdo
Morsyleide de Freitas Rosa
Rubens Sonsol Gondim
Lúcia de Fátima P. Araújo
Raimundo Bemvindo Gomes
Walt Disney Paulino
Luís José de Almeida Correia
Lúcia de Fátima Sabóia

Fortaleza, CE
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2.270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Caixa Postal 3761
Fone: (85) 3299-1800
Fax: (85) 3299-1803
Home page: www.cnpat.embrapa.br
E-mail: negocios@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Valderi Vieira da Silva*
Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*
Membros: *Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo, Marlos Alves
Bezerra, Levi de Moura Barros, José Ednilson de
Oliveira Cabral, Oscarina Maria Silva Andrade,
Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*
Revisor de texto: *Maria Emília de Possídio Marques*
Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*
Fotos da capa e miolo: *Maria Cléa B. de Figueiredo*
Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

1ª impressão (2005): 50 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP - Brasil. Catalogação-na-publicação

Embrapa Agroindústria Tropical

Questões ambientais da carcinicultura de águas interiores: o caso da
Bacia do Baixo Jaguaribe, CE / Maria Cléa B. de Figueiredo... [et
al.]. - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2004.

52 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 96).

ISSN 1677-1915

1. Camarão - Produção - Brasil - Ceará. 2. Camarão - Produção -
Impacto ambiental - Brasil - Ceará. 3. Camarão - Criação em cativeiro
- Brasil - Ceará. I. Figueiredo, Maria Clea B. de. II. Série.

CDD 639.68

© Embrapa 2004

Autores

Maria Cléa Brito de Figueirêdo

Ciências da Computação, M.Sc., Embrapa Agroindústria,
Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2.270, Pici,
CEP 60511-110, Fortaleza, CE, tel.: (85) 3299-1800
E-mail: clea@cnpat.embrapa.br

Morsyleide de Freitas Rosa

Eng. Química, D.Sc., Embrapa Agroindústria Tropical
morsy@cnpat.embrapa.br

Rubens Sonsol Gondim

Eng. agrôn., D.Sc., Embrapa Agroindústria, Tropical
rubens@cnpat.embrapa.br

Lúcia de Fátima P. Araújo

Eng. Química, M.Sc., Consultora da Embrapa
Agroindústria Tropical
lucifat@secrel.com.br

Raimundo Bemvindo Gomes

Prof. de Química e Meio Ambiente do Centro Federal de
Educação Tecnológica do Ceará - CEFET, M.Sc. em
Engenharia Sanitária e Ambiental
Bemvindo@cefet-ce.br

Walt Disney Paulino

Eng. Agrícola, Gerente de Desenvolvimento Operacional
da COGERH

disney@cogerh.com.br

Luís José de Almeida Correia

Geógrafo, M.Sc., Técnico da Companhia de Gestão dos
Recursos Hídricos - COGERH

Lúcia de Fátima Sabóia

Geógrafa, Bolsista CNPq

Apresentação

O paradigma ambiental construiu uma nova ética para a exploração de recursos naturais, os quais passam a ser vistos como patrimônio de toda a humanidade, devendo ser regulamentado o seu uso, além de se garantir qualidade ambiental para as gerações futuras.

A carcinicultura de águas interiores, como atividade emergente no País, merece assumir responsabilidade ambiental. A pesquisa vem ocupar seu espaço no suporte à elaboração de políticas públicas e tomada de decisão na regulamentação da atividade, assim como sinalizar e desenvolver inovações necessárias que confirmem maior sustentabilidade.

O mercado consumidor, cada vez mais exigente, passa a dar atenção não só ao produto, mas também ao processo pelo qual foi obtido. A carcinicultura de águas interiores surge como uma importante atividade econômica e merece dar atenção às oportunidades de melhoria de seu processo produtivo de forma que atenda aos anseios do consumidor final e confira competitividade.

Esperamos que esse esforço agregue sustentabilidade à cadeia produtiva do camarão.

Vitor Hugo de Oliveira

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios
Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução	9
Aspectos Gerais da Carcinicultura no Baixo Jaguaribe	10
Etapas de Produção	17
Construção dos viveiros	17
Questões ambientais na construção de viveiros	18
A etapa de aclimação	19
Questões ambientais na aclimação	22
A etapa de engorda	23
Questões ambientais na engorda	27
A etapa de despesca	36
Questões ambientais na despesca	38
Preparo dos solos	45
Questões ambientais no preparo dos solos	47
Considerações Finais	48
Agradecimentos	49
Referências Bibliográficas	49

Questões Ambientais da Carcinicultura de Águas Interiores: o Caso da Bacia do Baixo Jaguaribe, CE

Maria Cléa Brito de Figueirêdo

Morsyleide de Freitas Rosa

Rubens Sonsol Gondim

Lúcia de Fátima P. Araújo

Raimundo Bemvindo Gomes

Walt Disney Paulino

Luís José de Almeida Correia

Lúcia de Fátima Sabóia

Introdução

A crescente demanda do mercado internacional por camarão cultivado, a especulação imobiliária no litoral, o adensamento das fazendas de camarão nos estuários, comprometendo a qualidade da água necessária ao cultivo e à adaptação da espécie *L. vannamei* a águas com baixa salinidade (0,5 a 28,3 ‰), têm instigado o desenvolvimento da carcinicultura em águas interiores, em Países como Estados Unidos (Arizona, Texas, Alabama e Flórida), Equador, Panamá e Brasil.

Não existem dados publicados sobre o quantidade de fazendas já instaladas em águas interiores no Brasil. Entretanto, sabe-se que nos últimos anos, muitas fazendas, a maioria de porte pequeno e médio, vêm se instalando em ambientes de baixa salinidade no Ceará e Rio Grande do Norte, Estados responsáveis por cerca de 65% da produção brasileira em 2004 (Associação Brasileira de Criadores de Camarão - ABCC, 2005).

Essa atividade traz conseqüências socioeconômicas, políticas, tecnológicas e ambientais que precisam ser adequadamente acompanhadas pela pesquisa agropecuária para que possa ser sustentável em 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 crescimento da carcinicultura no interior implica mudanças na geração de emprego e renda, na concentração de riqueza, na alocação de fundos de investimento e na disseminação de cursos para o setor. O aspecto político está relacionado às decisões governamentais sobre fomentar ou não essa atividade no Semi-Árido, Região caracterizada pela escassez de água, com políticas públicas para o setor. O aspecto tecnológico é também crucial para o desenvolvimento da carcinicultura no interior, fazendo-se necessário o desenvolvimento de técnicas de manejo que possibilitem uma melhoria na produtividade e sobrevivência dos camarões em ambientes de baixa salinidade.

Este trabalho identifica as ações geradoras de impactos ambientais ao longo do processo produtivo de engorda de camarão em águas interiores, analisa esses impactos e propõe medidas mitigadoras para os eventuais impactos negativos da atividade. Os aspectos abordados neste documento estão baseados em levantamento realizado entre 2003 e 2004, na Planície Aluvial do Rio Jaguaribe, entre as Barragens do Castanhão e Itaiçaba que compreende parte da Bacia do Médio Jaguaribe e a totalidade do trecho de água doce da Bacia do Baixo Jaguaribe, onde não ocorre interferência de água salina. Os dados apresentados foram obtidos no âmbito do Projeto "Suporte Tecnológico para a Gestão Racional dos Recursos Hídricos no Baixo Jaguaribe", financiado pela Finep-CT Hidro (Convênio 0102006500).

Aspectos Gerais da Carcinicultura no Baixo Jaguaribe

A criação de camarões marinhos da espécie *Litopenaeus vannamei* é intensa na bacia hidrográfica do Jaguaribe. Segundo a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará - Semace, em 2003 foi requisitado licenciamento para 3.348,84 ha de camarão na Bacia, estando cerca de 40% (1.361,67 ha) dessa área localizada em águas interiores. Entretanto, muitas fazendas estão em operação sem nenhum tipo de licenciamento ambiental, não constando em dados oficiais.

Em junho de 2003, técnicos da Embrapa Agroindústria Tropical, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) e Superintendência Estadual de Meio Ambiente (Semace) identificaram na Região do Médio e Baixo Jaguaribe, onde não existe interferência de água salina, a presença de 36 fazendas de camarão, numa área de 420,34 ha, concentradas nos Municípios de Quixeré, Russas,

Tabela 1. Fazendas de camarão por Município, na Bacia do Baixo Jaguaribe, em 2003.

Municípios	Porte ⁽¹⁾	Nº. de fazendas	Área (ha)
Quixeré	P	2	11,00
	M	0	0,00
Total		2	11,00
Russas	P	3	19,00
	M	2	24,77
Total		5	43,77
Jaguaruana	P	13	90,84
	M	8	148,51
	G	1	76,00
Total		22	315,35
Itaiçaba	P	5	24,80
	M	2	25,42
Total		7	50,22
Total Geral		36	420,34

⁽¹⁾ P = Pequeno (1 a 10 ha); M = Médio (11 a 50 ha); G = Grande (maior que 50 ha), Conama 312/2002.

Fonte: Dados da pesquisa.

Jaguaruana e Itaiçaba (Tabela 1). Nessa Região, a salinidade do Rio Jaguaribe é, em média, de 0,2 ‰, sendo essa água classificada como doce pela Resolução Conama N° 357/05.

Conforme observado na Tabela 1, na região, 97,2% das fazendas de camarão, que ocupam 82% da área dedicada à atividade, eram de propriedade de pequenos e médios empresários rurais. Essa situação diferenciava-se do que ocorria no Ceará como um todo, em 2003, onde existia uma grande quantidade de pequenos produtores, mas com representação pequena, no que se referia à área produtiva (Tabela 2).

Tabela 2. Pequenas, médias e grandes empresas no Ceará e Baixo Jaguaribe, em 2003.

Classificação	Baixo Jaguaribe				Ceará - 2003 ⁽¹⁾			
	Área	%	Nº de fazendas	%	Área	%	Nº de fazendas	%
P	131,05	34%	21	66%	595	18%	127	69
M	173,71	46%	10	31%	1.255	37%	46	25
G	76,00	20%	1	3%	1.527	45%	12	6
Total entrevistado	380,76	100%	32	100%	3.377	100%	185	100

⁽¹⁾P = Pequeno (1 a 10 ha); M = Médio (11 a 50 ha); G = Grande (maior que 50 ha), Conama 312/2002.

Fonte: ABCC (2003).

De acordo com as informações obtidas junto aos proprietários e técnicos de fazendas de camarão, a atividade de carcinicultura em águas interiores na Região do Baixo Jaguaribe iniciou-se no ano 2000, com a construção dos primeiros viveiros. Comparando-se a taxa de crescimento médio da atividade no Baixo Jaguaribe com a do Brasil (Tabela 3), percebe-se que, no período 2000-2003, a taxa de crescimento médio da carcinicultura na região em estudo foi superior à do Brasil. Por outro lado, entre 2003 e 2004, a carcinicultura no Baixo Jaguaribe registrou um decréscimo de 63% na sua taxa de crescimento.

Tabela 3. Taxa de crescimento médio da carcinicultura no Brasil e Baixo Jaguaribe.

Ano	Área no Baixo Jaguaribe (ha)	Área no Brasil (ha) ⁽¹⁾
1999	0	5.200
2000	104,58	6.250
2001	224,58	8.500
2002	350,48	11.016
2003	380,76	14.824
2004	142,00	16.598
% de crescimento médio no período 2000-2003	54%	33%
Taxa de crescimento de 2003-2004	-63%	12%

⁽¹⁾Fontes: Brasil, 2001; ABCC, 2004; ABCC, 2005.

Esse decréscimo deveu-se a uma série de fatores de ordem técnica, ambiental e econômica, podendo ser citados:

- Escassez de pesquisas que apontem metodologias de cultivo próprias para as condicionantes ambientais das águas interiores.
- Pragas como a da odonata e do caramujo que aumentam os custos da produção.
- Qualidade da água que afeta o gosto do camarão, o que acarreta a retirada da cabeça do camarão para a exportação, reduzindo seu valor comercial.
- Infra-estrutura de estradas precária, dificultando o escoamento da produção. O acesso às fazendas é feito por estrada carroçal e torna-se difícil em época de chuvas, especialmente entre os meses de fevereiro e abril. Nesse período, as estradas tornam-se intrafegáveis (Fig. 1) e o acesso aos viveiros, em muitos casos, é possível apenas com o uso de barco.
- Prejuízos na produção durante os meses de chuva (janeiro a junho), em razão das dificuldades em escoar a produção e do desmoronamento de taludes (Fig. 2).



Fig. 1. Acesso às fazendas nos meses de chuva.



Fig. 2. Desmoronamento do talude de viveiro.

Além dessas dificuldades, muitos proprietários não dispunham do capital de giro necessário aos constantes investimentos em ração e energia elétrica, culminando com o fechamento da atividade ou sua associação com empresas maiores. Nessa parceria, os pequenos e médios proprietários recebiam os recursos para compra de ração, assistência técnica e garantia de compra da

produção. Entretanto, ao contabilizar esses custos no final do ciclo de produção, a receita gerada era, normalmente, insuficiente para garantir maiores investimentos no próximo cultivo, causando dependência financeira que desmotivou muitos produtores.

A carcinicultura nessa região gerava em 2003, 201 empregos diretos permanentes, com uma média de 0,6 empregos/ha. Essa média era inferior à das pequenas e médias empresas localizadas no litoral, que estava em torno de 1,20 empregos/ha (ABCC, 2003). No entanto, a quantidade de emprego por área, gerada pelas fazendas de camarão no Baixo Jaguaribe, excedia à gerada na produção de algumas culturas, como coco e manga (Tabela 4). Contudo, era inferior à média da agricultura irrigada no Vale do São Francisco, estimada em 1 emprego/ha (Sampaio & Costa, 2003).

Tabela 4. Empregos diretos gerados por diversas atividades agrícolas.

Culturas	Uva ⁽¹⁾	Manga ⁽¹⁾	Cana-de-açúcar ⁽¹⁾	Coco ⁽¹⁾	Camarão (litoral) ⁽¹⁾	Camarão (Baixo Jaguaribe) ⁽²⁾
Empregos diretos/ha	1,44	0,42	0,35	0,16	1,20	0,6

⁽¹⁾ Fonte: Sampaio & Costa (2003); ABCC (2003).

⁽²⁾ Fonte: Dados da pesquisa.

Os empregos diretos gerados pela carcinicultura requerem, em sua maioria, nível básico de escolaridade, estando relacionados às atividades de arraçoamento, monitoramento da qualidade da água e biometria do camarão.

Em 2003, a produção total das fazendas foi de cerca de 1.207 t, com uma produtividade média de 3.547 kg/ha/ano (Tabela 5). Quando comparada à produtividade média das fazendas de camarão localizadas nos estuários brasileiros, em 2003, de 6.084 kg/ha/ano (ABCC, 2004), percebe-se que a produtividade na região foi bem inferior. Essa baixa produtividade pode estar associada a muitos fatores, devendo ser salientados: a baixa salinidade da água do Rio Jaguaribe (abaixo de 0,5 ‰), a qual as pós-larvas são aclimatadas; as pragas do caramujo e da odonata, que concorrem com a ração e se alimentam dos camarões quando pequenos, e as variações na qualidade da água de captação.

A produção na região, assim como no Brasil, está direcionada à exportação, contribuindo com o aumento das receitas do Estado.

Tabela 5. Produção e produtividade das fazendas de camarão na Região do Baixo Jaguaribe, em 2003.

Municípios	Porte	Área (ha)	Produção (t/ano)	Produtividade (kg/ha/ano)
Quixeré	P	11,00	40,15	3.650,00
	M	0,00	0,00	0,00
	Total	11,00	40,15	3.650,00
Russas	P	19,00	60,17	3.166,67
	M	13,50	51,30	3.800,00
	Total	32,50	111,47	3.483,33
Jaguaruana	P	83,05	310,05	3.733,33
	M	148,51	367,12	2.472,04
	G	76,00	266,00	3.500,00
	Total	307,56	943,18	3.235,13
Itaiçaba	P	18,00	65,54	3.641,00
	M	11,70	46,80	4.000,00
	Total	29,70	112,34	3.820,50
Total Geral		380,76	1.207,13	3.547,24

⁽¹⁾P = Pequeno (1 a 10 ha); M = Médio (11 a 50 ha); G = Grande (maior que 50 ha), Conama 312/2002.

Fonte: Dados da pesquisa.

A principal fonte de abastecimento de água dessas fazendas é o Rio Jaguaribe, perenizado pelo Açude Castanhão (Fig. 3 e 4). Também, são utilizadas as águas da Lagoa de São Bento. A dependência do Rio é crítica para as fazendas de camarão em anos de seca, uma vez que suas águas são destinadas, prioritariamente, ao abastecimento humano.

As fazendas localizadas nos Municípios de Jaguaruana e Itaiçaba já enfrentaram a escassez de água e, para agravar o problema, os núcleos urbanos na região estudada têm sérios problemas de infra-estrutura de saneamento básico, observando-se contribuição para o Rio Jaguaribe, de alta carga de poluição, seja pontual ou difusa, por esgotos domiciliares e hospitalares, efluentes de matadouros públicos, resíduos sólidos, criatório de animais e drenagem de perímetros irrigados que direta ou indiretamente afetam a qualidade da água exigida para o cultivo do camarão (Araújo et al., 2004).



Fig. 3. Captação de água no Rio Jaguaribe.



Fig. 4. Captação de água no Rio.

Com relação ao processo de licenciamento junto ao órgão ambiental, em geral, os empreendimentos estavam irregulares, em 2003, junto à legislação ambiental. Mesmo a minoria com Licença de Operação já emitida, observou-se, com freqüência, que o prazo de renovação já estava vencido. Segundo os produtores, a dificuldade em obter a licença está associada aos custos envolvidos no processo de licenciamento e na construção das lagoas de estabilização.

Etapas de Produção

As principais etapas de produção consideradas para análise das técnicas de manejo e avaliação dos impactos ambientais são construção dos viveiros, aclimatação, engorda, despesca e preparo do solo.

Construção dos viveiros

Nessa etapa inicial, ocorrem desmatamento e limpeza do terreno, seguidos das escavações para construção dos viveiros de engorda e dos canais de abastecimento e descarga (Fig. 5).

As fazendas, em geral, estão implantadas na planície fluvial do rio, onde o solo é de aluvião, com grandes variações na composição de areia, silte e argila ao longo do trecho. Eventualmente, ocorreu a retirada da vegetação para a instalação de tanques de aclimatação e/ou viveiros, uma vez que as áreas já vinham sendo utilizadas no cultivo de arroz, melão, feijão e outras culturas próprias da região (Fig. 6). Algumas fazendas cultivam camarão e praticam a agricultura de sequeiro e irrigada na região.



Fig. 5. Viveiro em construção.



Fig. 6. Plantação de cajueiro ao lado de viveiro de camarão.

Usualmente, o solo retirado dos tanques e do canal é utilizado na formação dos taludes dos viveiros. Na maioria das fazendas, os taludes são revestidos com vegetação natural (mato), mas algumas usam pedras, telhas, madeira ou cascalho e existem, também, algumas propriedades, em menor proporção, que não usam revestimento algum.

O uso de telas nos canais é adotado no início do canal de abastecimento, na entrada dos viveiros ou no canal de descarga.

Questões ambientais na construção de viveiros

As características do solo influenciam diretamente no consumo de água em fazendas de camarão. As localizadas em solos arenosos requerem um maior volume de água para reparar as perdas elevadas por infiltração. Numa fazenda cujo solo apresenta teor de areia de 199 g/kg, silte 677 g/kg, argila 124 g/kg e com porosidade de 50%, as perdas no viveiro chegam a 40 mm/dia no período noturno sem drenagem do viveiro, referente à infiltração. De acordo com o Código de Boas Práticas na Criação de Camarão da Aliança Global de Aquicultura (Global Aquaculture Alliance, 2003), os solos ideais para a carcinicultura são os que possuem uma mistura balanceada de areia, silte e argila e que possuem não mais que 10% de matéria orgânica.

Ao analisar a localização geográfica das fazendas de camarão e, observando-se o estabelecido na Resolução Conama Nº 303, de 20 de março de 2002 que *Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente*, percebe-se que muitas fazendas encontram-se dentro da área de preservação permanente - APP do Rio Jaguaribe.

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

A ação erosiva nos taludes dos viveiros e canais de despesca está presente na maioria das fazendas, uma vez que os mesmos encontram-se desnudos ou revestidos com pouca vegetação natural, que é enfraquecida nos períodos de estiagem (Fig. 7). Essa erosão contribui para o assoreamento dos corpos hídricos da região, além de alterar a estrutura do solo já modificado com as escavações dos canais e viveiros.

Poucas fazendas utilizam grades ou telas de proteção contra animais aquáticos invasores 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 (Fig. 8).



Fig. 7. Erosão no canal de descarga.



Fig. 8. Tilápias em viveiro despescado.

Os principais impactos ambientais potenciais da etapa de construção dos viveiros estão apresentados na Tabela 6.

A etapa de aclimação

O cultivo de camarão em águas interiores (salinidade da água entre 0,2‰ e 0,5‰) requer a realização da aclimação das pós-larvas (PLs), antes de serem enviadas aos viveiros de engorda.

Algumas fazendas possuem tanques de aclimação (Fig. 9 e 10). Outras alugam os serviços de aclimação de fazendas próximas e realizam o transporte das PLs em caixas de fibra, com ar comprimido.

Tabela 6. Impactos ambientais da construção de viveiros.

Ações	Impacto ambiental esperado	Medidas mitigadoras
Construção em áreas cujos solos são 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 ou pedras.
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.
Desmatamento.	Erosão, desequilíbrio ambiental, perda da biodiversidade.	Direcionar a construção de tanques em áreas já desmatadas, salinizadas e/ou de reduzida fertilidade.

Fonte: Dados da pesquisa.



Fig. 9. Tanque de aclimação vazio com sistema de aeração. **Fig. 10.** Tanque de aclimação com PLs.

As pós-larvas, já aclimatadas a uma salinidade entre 5‰ e 15‰, são adquiridas em laboratórios e chegam às fazendas com tamanho 10. Para igualar a salinidade da água dos tanques à dos laboratórios de produção de PLs (entre 5‰ e 15‰), são misturados cerca de 20 m³ de água da fonte de captação com cerca de 14 m³ de água do mar, transportados em caminhão-pipa.

Visitam os laboratórios de produção de larvas e realizam testes de estresse 53% dos produtores e somente 25% deles realizam a contagem da sobrevivência das PLs ao chegarem às suas fazendas.

As PLs são transportadas em sacos de polipropileno de 10 L com oxigênio. Os sacos são acondicionados em caixas de isopor, a uma temperatura média de 26 °C. Ao chegarem às fazendas, os sacos são postos dentro dos tanques de aclimação, em contato com a água por um período de 10 a 15 minutos para que as temperaturas sejam igualadas.

A aclimação é realizada utilizando-se diferentes métodos que diferem quanto ao tempo e à oferta de ração. Com relação ao tempo de aclimação, são usados os seguintes critérios: tempo de repouso da pós-larva ao chegar à fazenda, tempo para reduzir cada 1‰ de salinidade e tempo de repouso das PLs nos tanques após a redução total da salinidade. Quanto ao tempo de repouso, antes da baixa de salinidade, a grande maioria costuma deixar as PLs em repouso por um período que varia de oito a 36 horas. Uma minoria inicia a redução da salinidade de imediato. Para a redução da salinidade na faixa de 1‰ o tempo varia, sendo utilizado a cada 4,8 h, a cada 12 h e a cada 24 h. Metade das fazendas deixa as PLs em repouso após a baixa total de salinidade, por um período que varia de dois a cinco dias, com renovação constante de água. As taxas de sobrevivência das PLs variam entre 75% e 95%.

Os parâmetros utilizados para controle da qualidade da água são pH, temperatura, OD e salinidade, medidos três vezes ao dia, na maioria das fazendas. Um número considerável de fazendas acrescenta cal virgem ou calcário dolomítico em quantidades e periodicidade variadas ao longo do cultivo.

O volume de água utilizado para aclimação de um milhão de PLs varia entre 60 e 195 m³, conforme o tempo de aclimação.

Durante a aclimação, as PLs são alimentadas com ração de artêmia e ração farelada, com 35% e 40% de proteína, respectivamente. Durante as primeiras

48 h, é ofertada apenas artêmia, de duas em duas horas. Após esse período, a ração de artêmia é intercalada com a farelada. As quantidades utilizadas variam de fazenda para fazenda (Tabela 7). Os efluentes da aclimatação são lançados nos viveiros, nos rios ou em lagoas, sem tratamento prévio.

Tabela 7. Alimentação durante a aclimatação.

Ração	Quantidade	Varição ao longo dos dias
Artêmia	Entre 66 e 300 g para cada 1.000.000 de PLs	Acréscimo de 5% ao dia, após dois dias. Acréscimo de 33% ao dia, após dois dias. Redução de 40%, após quatro dias. Sem variação ao longo dos dias.
Farelada	Entre 40 e 300 g para cada 1.000.000 de PLs	Acréscimo de 5% ao dia, após dois dias. Acréscimo de 14% ao dia, após dois dias. Acréscimo de 25% ao dia, após dois dias. Sem variação ao longo dos dias.

Fonte: Dados da pesquisa.

Questões ambientais na aclimatação

O processo de aclimatação não segue um procedimento padrão. A falta de procedimento padrão no processo acarreta o uso aleatório de insumos e energia, com impactos sobre o meio ambiente. O excesso de água contribui para a escassez hídrica característica da região. A alimentação em demasia acarreta o aumento da concentração dos nutrientes e matéria orgânica do efluente final, que contribui para a eutrofização de rios e lagoas da região.

Além dessas questões é importante considerar a carga de sais que é constantemente introduzida nos corpos hídricos, pela utilização da água do mar no início do processo de aclimatação. Essa carga contribui para o acúmulo de sais, principalmente, nas lagoas, que já estão sujeitas ao alto índice de evaporação e recebem, também, os efluentes da engorda e despesca, ricos em nutrientes. O estudo do impacto real dessa ação carece de ser realizado.

Uma alternativa ao lançamento dos efluentes da aclimatação 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. 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 proveniente dos sacos que transportam as pós-larvas e das embalagens de ração, fertilizante e calcário. As embalagens são, normalmente, queimadas pela inexistência no meio rural de coleta pública de lixo (Fig. 11 e 12). 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 os animais, plantas e comunidade rural circunvizinha. Como alternativa para reduzir a geração de resíduos sólidos, sugere-se a utilização de contêineres no transporte das PLs, que poderão ser retornados aos laboratórios. Outra possibilidade a ser investigada é o retorno dos sacos vazios aos laboratórios para reutilização.

Os principais impactos ambientais potenciais da etapa de aclimação estão apresentados na Tabela 8.



Fig. 11. Sacos de transporte das PLs.



Fig. 12. Lixo queimado na propriedade.

A etapa de engorda

Após a aclimação, quando essa etapa é feita na própria fazenda, os camarões são transferidos em baldes para os viveiros de engorda. Quando não ocorre na própria fazenda, é realizada uma rápida aclimação ao pH e temperatura em bombonas de 1000 L ou nas próprias caixas de fibra utilizadas no transporte, sendo as PLs assim transferidas e posteriormente transportadas em baldes para os viveiros.

Tabela 8. Impactos ambientais da aclimação.

Ações	Impactos ambientais esperados	Medidas mitigadoras
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 pós-larvas aclimatadas a baixa salinidade.
Consumo elevado de água.	Depleção do recurso natural. Maior conflito entre usuários.	Recirculação da água. Realização de pesquisas sobre técnicas de aclimação de PLs a baixa salinidade.
Disposição inadequada de sacos de ração, calcário, pós-larvas 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 pós-larvas aos laboratórios fornecedores. Transporte das pós-larvas em embalagens reutilizáveis.
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.

Fonte: Dados da pesquisa.

As fontes de água para a engorda são o Rio Jaguaribe (Fig. 13) e a Lagoa São Bento. A água captada é levada até a fazenda por meio de canais de abastecimento (Fig. 14).

Os viveiros (Fig. 15) possuem em média 2,5 ha, com uma densidade média de estocagem de 42 camarões/m² (máximo de 60 cam./m² e mínimo de 30 cam./m²). A engorda dura entre 90 e 150 dias, de acordo com a biometria do camarão que se deseja obter. Durante esse período, os camarões são alimentados com ração farelada, utilizando-se bandejas de alimentação (Fig. 16). A quantidade de bandejas utilizadas é entre 28 e 125 bandejas/ha, variando, assim, a distribuição do alimento no viveiro. Algumas fazendas utilizam fertilizantes fosfatados e

nitrogenados para aumentar a oferta de plâncton, alimento natural dos camarões, nos viveiros.

São utilizados três diferentes métodos de manejo dos viveiros: com fertilização e aeração; com aeração sem fertilização e sem aeração e sem fertilização. A fertilização é praticada com o objetivo de aumentar o plâncton, que serve de alimento natural do camarão, reduzindo-se a quantidade de ração ofertada. Nessas fazendas a transparência da água é inferior a 25 cm, sendo necessária uma maior aeração, principalmente no período noturno. O método da não fertilização procura manter a transparência entre 25 e 40 cm, sendo a ração farelada a fonte principal de alimento dos camarões. Essa prática é comum nas fazendas localizadas nos estuários.



Fig. 13. Captação de água no Rio Jaguaribe.



Fig. 14. Canal de abastecimento.



Fig. 15. Viveiros de camarão.



Fig. 16. Bandeja de alimentação.

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

O sistema de manejo de não fertilizar e não aerar possui a menor taxa de conversão, mas a maior sobrevivência. Outra constatação é a de que o sistema de fertilizar os viveiros traz a mais baixa sobrevivência e uma taxa de conversão similar ao sistema de não fertilizar e aerar.

Os insumos utilizados na engorda, a área de cada viveiro, a produção, o tempo e a densidade de cultivo de duas fazendas estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Insumos utilizados na engorda de dois viveiros com diferentes sistemas de cultivo.

Sistema de cultivo adotado	Densidade de cultivo	Área viveiro (ha)	Duração engorda (dias)	Insumos adicionados à água	Produção
Com aeração sem fertilização	40 camarões/m ²	6	196	Ração: 21.780 kg Calcário dolomítico: 3.600 kg	13.296 kg
Com fertilização e aeração dos viveiros	28 camarões/m ²	3	157	Uréia: 180 kg Superfosfato triplo: 60 kg Calcário dolomítico: 1.200 kg Ração: 13.773 kg	8.700 kg

Fonte: Dados da pesquisa.

O tempo de cultivo dos viveiros, muitas vezes, vai além do tempo médio, em razão de o acesso às fazendas ficar prejudicado pelas chuvas, e da reduzida taxa de crescimento dos camarões.

Os efluentes contínuos gerados na etapa de engorda são lançados nos corpos hídricos sem nenhum tratamento prévio (Fig. 17).



Fig. 17. Lançamento de efluente da engorda no Rio Jaguaribe.

Questões ambientais na engorda

Demanda hídrica

O consumo diário de água dessa atividade estimado na região do estudo é, em média, de 262 m³/ha, podendo variar de 132 até 373 m³/ha, de acordo com a textura do solo e o sistema de cultivo adotado (Tabela 10).

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 m³/ha.

Tabela 10. Demanda hídrica estimada em três diferentes sistemas de manejo.

Sistema de cultivo	Solo	Consumo hídrico (m ³ /ha/dia)
Com aeração e sem fertilização	Franco-argilo-siltoso	281
Com fertilização e aeração	Franco-siltoso	373
Sem fertilização e sem aeração	não analisado	132
Consumo médio hídrico		262

Fonte: Dados da pesquisa.

Comparando a demanda hídrica média da atividade de carcinicultura em 2002 (350,48 ha) com a das principais culturas irrigadas da Região do Baixo Jaguaribe, quais sejam, arroz irrigado e banana, pode-se concluir que a criação de camarão demanda um volume bem superior (Tabela 11). No cálculo do volume de água utilizado na irrigação de arroz, pelo método da inundação, considerou-se duas safras anuais com eficiência de 60%. Na irrigação da bananeira, pelo método de aspersão, considerou-se durante todos os meses do ano uma eficiência de 90%. Para ambas as culturas, deduziu-se a precipitação efetiva e foram utilizados os seguintes coeficientes de cultivo (kc): 1,1 para os dois primeiros meses de irrigação do arrozal e 0,95 para o terceiro e quarto meses; 0,7 para os oito primeiros meses de irrigação da bananeira, 1,1 para os oito meses seguintes e 0,9 para os meses restantes.

Tabela 11. Demanda hídrica da atividade de carcinicultura versus irrigação no Baixo Jaguaribe.

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

Fonte: Dados da pesquisa.

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 foram iniciadas, em janeiro de 2005, pela Embrapa Agroindústria Tropical, pesquisas para estabelecer um método de recirculação de água nas fazendas de camarão, em águas interiores. A escolha de solos com baixa permeabilidade, também, contribui para redução do consumo de água nos viveiros de engorda.

Uso de Insumos

De acordo com Lawrence et al (2001), a ração é o principal agente poluente na aquicultura. Mesmo se fornecida em quantidade e forma corretas, estima-se que

apenas 17% a 25% da ração fornecida ao longo de um cultivo seja efetivamente transformada em carne (Barbieri Júnior & Ostrensky 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 de água inferior implica maior consumo de energia para aeração e maior troca de água nos viveiros. A oferta de rações com maior estabilidade física na água, maior atratividade e poder nutricional para o camarão tem sido uma preocupação do setor. Entretanto, a busca pela redução dos custos com ração 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 dois quilos de ração para um de camarão, considerada muito alta.

Um fator determinante para o desperdício de ração no viveiro é a técnica utilizada no arraçoamento. Um espaçamento grande entre as bandejas de alimentação, como o praticado em algumas fazendas, implica 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, pela força contrária da água sobre a bandeja. A ração, quando não consumida, não pode ser retirada, acumulando-se no fundo do viveiro. As seguintes substâncias são comuns em rações para 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, também, 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-se no fundo dos viveiros, além de aumentar a quantidade de nitrogênio e fósforo na água.

O aumento de sais contribui para a elevação da condutividade elétrica (CE) do solo, que é prejudicial ao desenvolvimento das plantas. As análises do solo de fazendas monitoradas em 2004 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 aos valores das amostras analisadas fora do viveiro (Tabela 12).

Tabela 12. Resultados da salinidade do solo em três fazendas de camarão do Baixo Jaguaribe.

Fazendas	Amostras coletadas	pH	CE solo	PST	Classe de solo ⁽¹⁾	Culturas sensíveis a CE
Fazenda 1 Com aeração e sem fertilização	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 Com fertilização e aeração	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 Sem fertilização e sem aeração	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	–

⁽¹⁾ Classe estabelecida conforme Pizarro (1978).

Laboratório de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical.

Fonte: Dados da pesquisa.

Também, observa-se um aumento nos solos dos viveiros dos teores de Ca, Mg, P, S, CE, Mn, Fe e Zn (Tabela 13). Esse aumento ocorre nas duas camadas de solo analisadas, indicando a ocorrência de lixiviação de nutrientes para as camadas mais profundas, sendo um fator potencial de poluição de águas subterrâneas (Tabela 13).

É importante a realização de pesquisas que avaliem, ao longo do tempo, as alterações na salinidade e lixiviação de nutrientes nos viveiros de camarão da

Tabela 13. Nutrientes nos solos de três fazendas de camarão monitoradas.

Fazendas	Amostras	MO	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	CE
Fazenda 1 <i>Com aeração e sem fertilização</i>	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 <i>Com fertilização e aeração</i>	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 <i>Sem fertilização e sem aeração</i>	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

Laboratório de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical
Fonte: Dados da Pesquisa

região. Essas alterações são importantes, uma vez que muitas fazendas são desativadas e podem retomar a atividade agrícola em áreas anteriormente utilizadas para criação de camarão.

Outra questão associada à fertilização (Fig. 18) é a possibilidade de essa prática contribuir para o desenvolvimento de microalgas que liberam toxinas prejudiciais aos camarões e à saúde humana, como as cianobactérias. Por terem a capacidade de absorver o nitrogênio atmosférico, as cianobactérias se sobressaem em relação às outras algas, ocasionando *bloom* (Oliveira, 2004). As cianobactérias podem reduzir os níveis de oxigênio na coluna d'água e no sedimento dos viveiros com circulação restrita, requerendo maior aeração e trocas de água.



Fig. 18. Viveiro fertilizado, água esverdeada.

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 altas que evitem o lançamento do alimento no solo e a aplicação de fertilizantes a partir do conhecimento do tipo de fitoplâncton predominante. Outra alternativa para redução da deterioração da qualidade da água é a redução da densidade de cultivo, que implica em menor quantidade de ração aplicada e menor consumo de energia na aeração.

O cenário atual demanda o desenvolvimento de pesquisas sobre as necessidades nutricionais de camarões adaptados a baixa salinidade.

Efluentes contínuos

Os efluentes da engorda, resultante das trocas de água nos viveiros, são lançados nos corpos d'água sem tratamento prévio. A legislação ambiental estabelece que o lançamento de efluentes em corpos hídricos deve estar dentro dos padrões de qualidade estabelecidos, tornando necessário a caracterização físico-química e química do efluente.

Analisando-se os dados de monitoramento dos efluentes contínuos de duas fazendas com sistemas de cultivo diferentes (fazenda 1 - aeração, sem fertilização e fazenda 2 - fertilização e aeração), constatou-se que os valores médios de lançamento dos parâmetros pH, Temperatura, Sólidos Suspensos Totais, Amônia Total, OD e Coliformes Termotolerantes encontravam-se dentro dos padrões estabelecidos.

Entretanto, quando comparados com a média da água de captação, os efluentes contínuos contribuem para uma elevação do pH, turbidez, sólidos suspensos, condutividade elétrica, fósforo total, clorofila a, DBO₅, amônia total e alcalinidade total no corpo receptor (Tabela 14).

Tabela 14. Caracterização dos efluentes contínuos de dois sistemas de cultivo.

Parâmetros	Fazenda 1 - Aeração, sem fertilização		Fazenda 2 - fertilização e aeração		Padrões		
	Água de captação	Vertedouro de saída do viveiro	Água de captação	Vertedouro de saída do viveiro	Água de captação ⁽¹⁾	Efluente industrial ⁽²⁾	Efluente de lagoa de estabilização
pH	7,88	8,83	7,76	8,38	>6 e <9	>5 e <9	> 7,5 e < 10
Temperatura (°C)	30,95	29,46	29,42	29,26	-	40	40
Turbidez (uT)	32,70	41,30	26,00	42,15	100,00	-	-
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	24,33	56,67	18,00	56,25	-	100,0	150,0
Nitrato (mgN/L)	0,32	0,31	0,17	0,21	10,00	-	-
Amônia Total (mgN/L)	0,28	0,36	0,17	0,41	1,0 ⁽³⁾	5	5
CE (µS/cm)	434,69	463,91	355,98	444,17	-	-	-
DBO ₅ (mg/L)	3,65	15,08	2,48	11,17	5,00	-	-
Fósforo Total (mgP/L)	0,17	0,23	0,11	0,31	0,03-0,05 ⁽⁴⁾	-	-
Fósforo Solúvel (mgP/L)	0,08	0,03	0,04	0,06	-	-	-
Clorofila a (µg/L)	7,29	134,97	4,50	86,52	30	-	-
Alc. Total (mgCaCO ₃ /L)	105,70	115,57	84,60	125,09	-	-	-
Col. Termotolerantes (NMP/100mL)	171,00	13,98	128,55	44,32	1.000	5.000	5.000

⁽¹⁾ Padrão Resolução Conama 375/05 - Águas Classe 2; ⁽²⁾ Padrão Portaria Semace 154/2002;

⁽³⁾ pH entre 8,0 e 8,5; ⁽⁴⁾ 0,030 lântico e 0,050 lótico;

Laboratório de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical.

Fonte: Dados da pesquisa.

A carga poluidora dos efluentes contínuos gerados pelas Fazendas 1 e 2 calculada para os parâmetros Sólidos Suspensos Totais, Amônia Total, Fósforo Total e DBO5 pode ser observada na Tabela 15. A carga poluidora da Fazenda 1 foi superior à da Fazenda 2. Tal fato pode ser explicado pelo diferente manejo com a renovação de água, uma vez que a Fazenda 1, que não fertiliza, apresentou uma vazão de efluentes contínuos três vezes superior ao da Fazenda 2, que adota a fertilização (vazão da Fazenda 1 = 199,22 m³/ha.dia e da Fazenda 2 = 63,80 m³/ha.dia).

Tabela 15. Estimativa da carga poluidora gerada pelos efluentes contínuos de duas fazendas de camarão no Baixo Jaguaribe.

Parâmetros	Carga da Fazenda 1 com cultivo usando aeração sem fertilização (kg/ha.ano)	Carga da Fazenda 2 com cultivo usando aeração e fertilização (kg/ha.ano)
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	1.693,50	538,31
Amônia Total (mg/L)	10,46	3,83
Fósforo Total (mg/L)	6,57	2,87
DBO5 Inteira (mg/L)	446,46	106,90

Laboratório do Cefet, CE.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os efluentes contínuos lançados nos 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, em Jaguaruana, são exemplos de áreas eutrofizadas.

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 (Fig. 19) além dos níveis requeridos para a sobrevivência dos camarões. Desse 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. Pesquisas estão sendo conduzidas pela Embrapa Agroindústria Tropical para avaliação da 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 nessa etapa 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 possíveis vazamentos (Fig. 20).



Fig. 19. Aerador.



Fig. 20. Armazenamento de insumos a céu aberto.

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

Os principais impactos ambientais potenciais da etapa de engorda estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Impactos ambientais da engorda.

Ações	Impactos ambientais esperados	Medidas mitigadoras
Consumo de água nos viveiros de engorda.	Contribuição para redução da disponibilidade hídrica na bacia. Maior conflito entre usuários.	Recirculação da água. Reutilização da água nos viveiros de engorda. Aeração. Redução na densidade de cultivo. Recirculação da água ou reúso na irrigação.
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 corpos lenticos (lagoas, açudes e outros).	Recirculação da água ou reutilização na irrigação. Uso de bacias de sedimentação. Avaliação da carga poluidora e capacidade de suporte do rio.
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.

A etapa da despesca

Ao final do período de engorda, é realizada a despesca do camarão, quando todo o volume do tanque é esvaziado. O volume de efluente de um viveiro de 3 ha é de aproximadamente 27.000 m³. O tempo médio de despesca nas fazendas pesquisadas é de 17 h, em geral, iniciando-se à noite.

Para captura do camarão, utilizam-se redes (Fig. 21 e 22). Periodicamente, os camarões são retirados das redes e imersos em uma solução de metabissulfito de sódio com gelo, que conserva o produto e provoca a morte do camarão por choque térmico, inibindo a proliferação de bactérias e prevenindo a melanose (Fig. 24). Os camarões permanecem nessa solução por cerca de 10 a 30 minutos, quando são pesados e armazenados em caixas de isopor com gelo para posterior transporte aos frigoríficos, em caminhão-baú (Fig. 23 e 24).



Fig. 21. Canal de despesca.



Fig. 22. Retirada do camarão das redes na despesca.



Fig. 23. Solução de metabissulfito com gelo.



Fig. 24. Acondicionamento do camarão no caminhão-baú para envio ao local de beneficiamento.

Questões ambientais na despesca

Uso do metabissulfito

O metabissulfito de sódio é um produto químico usado como conservante na indústria alimentícia e em outras indústrias como a de couros, química e farmacêutica. Quando usado na despesca do camarão, previne a ação de enzimas que alteram a cor e a rigidez da carapaça, inibindo o processo de melanose.

O preparo da solução de metabissulfito nas fazendas do Baixo Jaguaribe não segue critérios determinados de concentração e de tempo de permanência do camarão na solução, mas de acordo com a percepção do técnico responsável pela despesca. De forma geral, os gerentes ou proprietários das fazendas não sabem informar a quantidade exata do produto utilizado na despesca. A quantidade usada, segundo eles, varia entre um e 50 kg de metabissulfito por 500 L de água. Não são utilizados medidores de concentração do produto para saber quando a solução deve ser descartada e uma nova solução elaborada.

Embora a Agência Americana de Alimentos e Fármacos (FDA) recomende que a concentração de sulfitos seja de 6,25 kg de metabissulfito para 500 L de água (1,25%) com o tempo de imersão de dez minutos, essa concentração não é suficiente para inibir a melanose, segundo Valença & Mendes (2004). As concentrações 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 minutos (Valença & Mendes, 2004).

Ao reagir com a água na despesca, o metabissulfito libera dióxido de enxofre (SO₂), gás que causa irritação nos olhos, laringe e traquéia. O SO₂ é considerado agente de insalubridade máxima pela Norma No. 15 do Ministério do Trabalho. Segundo Araújo & Araújo (2004), "a morte pode resultar do espasmo reflexo da laringe, edema de glote, com conseqüente privação do fluxo de ar para os pulmões, congestão da pequena circulação (pulmões), surgindo edema pulmonar e choque". Em contato com a pele, a solução provoca irritação.

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 de metabissulfito é um dos principais riscos que correm os trabalhadores da carcinicultura. Dos entrevistados que informaram utilizar EPI no preparo

da solução de metabissulfito, 50% utilizavam apenas bota e luva. Em duas despes-
cas acompanhadas, observou-se que muitos funcionários entravam em contato
com a solução de metabissulfito sem nenhum equipamento de segurança (Fig. 26).

Em dezembro de 2003, no Município de Itaiçaba, foi registrada a morte de um
trabalhador com falência múltipla dos órgãos e insuficiência respiratória aguda.
Os laudos médicos indicaram a possibilidade de a morte ter sido consequência
de uma pneumonia química. Outro trabalhador esteve internado com proble-
mas respiratórios graves, com um quadro de hipertensão arterial pulmonar
(Produto..., 2003).

Segundo Valença & Mendes (2004), para reduzir os efeitos do gás SO₂, os
trabalhadores que manipulam o metabissulfito devem utilizar máscara com filtro
químico para vapores inorgânicos, combinado com filtro mecânico tipo P-1.
Além do filtro, é aconselhável utilizar-se óculos de proteção, luvas impermeáveis,
avental e botas.

Quando lançado em corpos d'água, o metabissulfito reage com o oxigênio
dissolvido da água e causa o abaixamento do pH da água, podendo provocar a
mortalidade 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 (Fig.
25 e 26). A solução de metabissulfito é, usualmente, descartada no solo, nas
imediações do canal de despesca, logo após o seu uso ou após dois a quatro
dias. Os efeitos desse descarte no solo são desconhecidos.



Fig. 25. Manipulação da solução de metabissulfito sem EPI completo.



Fig. 26. Manipulação da solução de metabissulfito sem EPI.

Segundo as recomendações do Conselho de Certificação da Aquicultura (ACC, 2002) o efluente de metabissulfito deve ser armazenado em um tanque até que a solução tenha se oxidado e a concentração de oxigênio dissolvido 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 de sódio originalmente presente na solução para neutralizar a acidez antes de o efluente ser descartado.

Efluentes da despesca

Assim como os efluentes contínuos da engorda, os efluentes da despesca são lançados em rios, lagoas e córregos, sem tratamento prévio, não se observando os padrões estabelecidos pela legislação ambiental. No Ceará, a Portaria Semace nº 154/2002 estabelece, ainda, que não é permitido o lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora diretamente em corpos lânticos (lagos, lagoas ou reservatórios). No entanto, no Município de Jaguaruana, a descarga sistemática dos efluentes de viveiros de fazendas de camarão mudou a paisagem da Lagoa São Bento e da Lagoa Rasa, atualmente interligadas em razão da grande vazão recebida. De acordo com depoimentos de nativos, as referidas lagoas, antes da carcinicultura, só apresentavam o espelho d'água hoje existente em invernos bastante rigorosos e por períodos curtos, secando logo em seguida à estação chuvosa.

As lagoas São Bento e Rasa, "perenizadas" pelos efluentes das fazendas, passaram a compor um novo ecossistema naquela região, observando-se uma grande variedade de pássaros e uma significativa produção de peixes que serve de alimentação e renda para a comunidade local (Fig. 27 e 28).



Fig. 27. Lagoa de São Bento, receptora de efluentes da carcinicultura.



Fig. 28. Lagoa Rasa, receptora de efluentes da carcinicultura.

No entanto, a despeito dos benefícios atuais, reconhecidos pela população local, a condutividade elétrica da água das lagoas chegou a valores de 1.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em 2003, período em que o espelho d'água era praticamente coberto por vegetação macrófita, caracterizando um estado de hipereutrofização da água. Tal condição pode ser explicada, respectivamente, pela elevada taxa de evaporação local associada à pouca profundidade e à grande superfície do espelho d'água, o que contribui para a salinização da água, e pela descarga de fósforo e nitrogênio, utilizados como fertilizantes e na formulação de rações, nos viveiros de camarão.

Essa nova paisagem criada pela carcinicultura em Jaguaruana requer um estudo de avaliação dos impactos ambientais causados pela vazão de efluentes acumulados nas lagoas, com monitoramento da flora, fauna, solo e qualidade da água, daquela região.

Analisando-se os valores máximos e mínimos de parâmetros nos efluentes da despesca das fazendas do tipo 1 e do tipo 2 em relação aos padrões estabelecidos pela legislação, percebe-se que os parâmetros pH, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Sedimentáveis, Amônia Total e OD estão acima dos permitidos (Tabela 17). Em ambos os sistemas de cultivo, a fração volátil dos sólidos suspensos é maior no início da despesca. No final, o aumento é observado na fração fixa, indicando maior carreamento de matéria inorgânica.

Com exceção da temperatura, os demais parâmetros apresentam elevação da concentração quando comparados aos valores encontrados na água de captação do Rio Jaguaribe.

A elevação da concentração dos parâmetros durante a despesca é mais acentuada no final, atingindo níveis que requerem tratamento prévio antes do lançamento em corpos hídricos. O mesmo acontece em fazendas de camarão 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.

Tabela 17. Caracterização dos efluentes da pesca de viveiros com sistemas de cultivo diferentes em duas fazendas do Baixo Jaguaribe.

Parâmetros	Fazenda 1 - cultivo usando aeração sem fertilização		Fazenda 2 - cultivo usando aeração e fertilização		Padrões		
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Água captação ⁽¹⁾	Efluente industrial ⁽²⁾	Efluente de lagoa de estabilização ⁽²⁾
pH	7,60	9,29	7,12	9,03	>6 e <9	>5 e <9	> 7,5 e < 10
Temperatura (°C)	26,00	33,00	25,00	28,00	-	40	40
Turbidez (uT)	54,00	624,00	90,00	461,00	100,00	-	-
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	22,00	936,00	182,00	1.130,00	-	100,0	150,0
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	4,00	814,00	80,00	824,00	-	-	-
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	17,00	122,00	102,00	306,00	-	-	-
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	0,00	3,50	0,70	31,00	-	1,0	1,0
Nitrato (mgN/L)	0,02	0,11	0,13	0,26	10,00	-	-
Amônia Total (mgN/L)	0,31	2,87	0,51	6,39	0,5 ⁽³⁾	5,0	5,0
CE (µS/cm)	282,00	356,00	318,00	585,00	-	-	-
DBO5 (mg/L)	26,40	60,10	121,00	148,00	5,00	-	-
OD (mg/L)	1,30	6,40	0,00	8,00	>=5	-	>=3
Fósforo Total (mgP/L)	0,06	0,53	0,27	0,85	0,03-0,05 ⁽⁴⁾	-	-
Fósforo Solúvel (mgP/L)	0,02	0,07	0,02	0,04	-	-	-
Clorofila a (µg/L)	13,70	56,00	83,70	385,80	30	-	-
Alc. Total (mgCaCO3/L)	90,00	265,00	98,00	261,00	-	-	-
Col. Termotolerantes (NMP/100mL)	1,00	500,00	2,00	130,00	1.000	5.000	5.000

⁽¹⁾ Padrão Resolução Conama 356/05 - Águas Classe 2;

⁽²⁾ Padrão Portaria Semace 154/2002;

⁽³⁾ pH > 8,5; ⁽⁴⁾ 0,030 (lêntico) e 0,050 (lótico).

Fonte: Dados da pesquisa. Laboratório do Cefet, CE.

Os valores de sólidos suspensos totais, fósforo total, amônia total, clorofila a e DBO5, associados à elevada vazão de descarga durante a despesca, representam alta carga de poluição para os recursos hídricos superficiais, 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.

O valor da condutividade elétrica do efluente não compromete o uso da água para irrigação da maioria das culturas, já que as restrições começam quando a condutividade elétrica é superior a 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Ayers & Westcot, 1991).

É importante observar que o impacto da carga poluidora da despesca é maior devido a todo o volume do viveiro ser lançado diretamente em corpos d'água da região do Baixo Jaguaribe num curto espaço de tempo. A Tabela 18 é apresentada a carga poluidora da despesca das fazendas 1 (com aeração, sem fertilização) e 2 (com fertilização e aeração) para os parâmetros sólidos suspensos totais, amônia, fósforo total e DBO5. A fazenda 2 (com fertilização e aeração) apresenta carga poluente superior para sólidos suspensos totais, fósforo total e DBO5.

Estudos mostram que o repouso dos últimos 20% de água residual da despesca por um período de seis horas tem um impacto significativo sobre a qualidade dos efluentes com redução de 55% do fósforo total e DBO, e quase 100% dos sólidos totais presentes na água de descarga (Nunes, 2002). Segundo Nunes (2002), as bacias de sedimentação são aparentemente mais eficazes na remoção de sólidos inorgânicos em suspensão e menos eficientes na remoção de nitrogênio e fósforo.

Grande parte dos sólidos suspensos inorgânicos da despesca é constituído de partículas minerais provenientes dos canais, dos taludes e do fundo dos viveiros.

Tabela 18. Carga poluidora da despesca (kg/ha.ano).

Parâmetro	Fazenda 1	Fazenda 2	Média
SST (mg/L)	1.999,77	5.725,11	3.862,44
Amônia total (mg/L)	27,30	17,80	22,55
Fósforo total (mg/L)	2,58	6,23	4,41
DBO5 (mg/L)	793,96	2.585,98	1.689,97

Esse problema pode ser minimizado com o recobrimento dos taludes com gramíneas ou pedras. Outra opção é utilizar um revestimento com manta PEAD (Membrana com Polietileno de Alta Densidade) nos canais de adução.

A recirculação pode racionalizar o consumo da água, otimizar os custos com outorga e com a energia para a captação, além de reduzir o lançamento de altas cargas de nutrientes nos corpos receptores. Pesquisas foram realizadas no intuito de comprovar a viabilidade técnica da recirculação de água 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. Informações científicas sobre Métodos de recirculação de água no cultivo de *L. vannamei* em águas interiores ainda são escassas.

Introdução de espécie exógena

Durante a despesca ou quando acontece o desmoronamento de viveiros, ocorre o escape do camarão cultivado em águas interiores para rios e lagoas da região. A espécie cultivada *L. vannamei* é exógena no litoral brasileiro e, principalmente, em águas interiores. Sua introdução acarreta alterações nos ecossistemas aquáticos, modificando a cadeia trófica existente. As conseqüências e magnitude dessas alterações também precisam ser cientificamente avaliadas.



Fig. 29. Resíduo de isopor após a despesca.



Fig. 30. Caixa de plástico para transporte do camarão ao frigorífico.

Geração de resíduos sólidos

Outro aspecto ambiental está relacionado à geração de resíduo de isopor pelo manuseio das caixas que acondicionam o camarão no transporte ao frigorífico

(Fig. 29 e 30). Considerando que o tempo de decomposição do isopor no solo é indeterminado, deve-se avaliar a viabilidade da substituição das caixas de isopor por caixas térmicas de fibra, mais duráveis e higiênicas.

Os principais impactos ambientais potenciais da etapa de despesca estão apresentados na Tabela 19 a seguir.

Tabela 18. Impactos da despesca.

Ações	Impactos Ambientais Esperados	Medidas Mitigadoras
Lançamento dos efluentes diretamente nos corpos d'água.	Aporte de sedimentos, ricos em matéria orgânica e nutrientes, diretamente em corpos d'água, contribuindo para a 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 EPIs.
Escape do camarão.	Mudanças na cadeia trófica dos rios.	Pesquisas para avaliar as consequências nos ecossistemas afetados.
Uso de caixas de isopor.	Geração de lixo não degradável.	Uso de caixas de fibra com isolamento térmico.

Fonte: Dados da pesquisa.

Preparo dos solos

Ao final do ciclo, após o esvaziamento, os viveiros ainda conservam uma lâmina de água com resíduos orgânicos constituídos 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 (Fig. 31).



Fig. 31. Viveiro despescado.



Fig. 32. Viveiro exposto ao sol após vários dias.

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 de exposição do solo ao sol é por no máximo 10 a 15 dias. Uma exposição prolongada do solo ao sol, por aumentar a sua temperatura, compromete a comunidade microbológica e os processos naturais de degradação da matéria orgânica (Fig. 32).

A aplicação de calcário, calcítico ou dolomítico é feita objetivando corrigir o pH do solo. Essa prática é indicada para os viveiros no litoral (Barbieri Júnior & Ostrensky Neto, 2002), a partir da análise do pH. Na área do estudo, todas as fazendas realizam a calagem ao final do cultivo.



Fig. 33. Restos de matéria orgânica no viveiro após a despesca.

A aplicação de cal virgem ou hidratada também é realizada para eliminar ovos de peixe, macrófitas e outros animais que concorrem com o camarão pelo alimento e pelo oxigênio quando do início de um novo ciclo (Fig. 33). Essa aplicação aumenta rapidamente o pH do local (cal virgem e hidratada) e a temperatura (cal virgem), provocando a morte de organismos aquáticos.

Questões ambientais no preparo dos solos

Calagem

A aplicação de calcário para correção do pH é, em geral, realizada sem uma análise prévia do solo, utilizando-se quantidades aleatórias. A aplicação de cálcio corrige o pH, neutraliza o alumínio e o manganês tóxicos e floccula 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 ciclo seguinte de produção, o excesso de cálcio poderá ser lixiviado ou 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 (Fig. 34). 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).



Fig. 34. Aplicação de cal virgem sem equipamento de segurança.

Salinização do solo

A evaporação da lâmina de água restante após a despesca acarreta o acúmulo de sais no solo dos viveiros, contribuindo para elevação da sua CE e salinização. Os principais impactos ambientais potenciais do preparo do solo estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20. Impactos ambientais no preparo do solo do viveiro.

Ações	Impactos ambientais esperados	Medidas mitigadoras
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 se observar a química do solo	Aumento da alcalinidade 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 do trabalhador	Utilização de EPI

Fonte: Dados da pesquisa.

Considerações Finais

As principais questões ambientais relacionadas à etapa de engorda de camarões na Região do Baixo Jaguaribe estão relacionadas 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 a contaminação da água, e à manipulação de produtos químicos sem a utilização de equipamentos de proteção individual.

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 aclimação e dos viveiros de engorda contribuem 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.

A carcinicultura, como as demais atividades produtivas, provoca alterações no meio ambiente, mas que podem ser reduzidas em níveis compatíveis com a capacidade de suporte do meio, podendo contribuir 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 Bibliográficas

AQUACULTURE CERTIFICATION COUNCIL. **Aquaculture facility certification: guidelines for standards**. 2002. Disponível em:

<www.aquaculturecertification.org> . Acesso em: 12 nov. 2003.

ARAÚJO, L.F.P. **Reuso com lagoas de estabilização**: potencialidade no Ceará. Fortaleza: SEMACE, 2000. 132 p.

ARAÚJO, L.F.P.; ROCHA FILHO, F.C.; MORAIS, L.F.S.; ROSA, M.F.; FIGUEIREDO, M.C.B. Levantamento das condições de saneamento básico na área de influência da carcinicultura do Baixo Jaguaribe. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Aquicultura, 2004. p.113.

ARAÚJO, F.R.; ARAÚJO, Y.M.G. **Metabissulfito de sódio e SO₂**: perigo químico oculto. 2004. Disponível em <<http://www.redmanglar.org/redmanglar.php?c=178>> . Acesso em: 3 dez. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Notícia especial: emprego gerado pelo camarão e por outras atividades agrícolas. **Revista da ABCC**, Recife, v.5, n.2, jun, p. 30, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Camarão à brasileira: o censo 2003. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n. 82, p. 21-25, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. **Censo da carcinicultura nacional 2004**. Disponível em: < www.abccam.com.br > . Acesso em: 4 jul. 2005.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991.

BOYD, C.E. Matéria orgânica do sedimento de leitos de viveiros. **Revista da ABCC**, Recife, v.5, n.2, p.77-81, jun. 2003.

BARBIERI JÚNIOR, R.C.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões marinhos: engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

BRASIL. Departamento de Pesca e Aquicultura. **Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado: segmento de mercado**. Brasília: MAPA/SARC/DPA.CNPq/ABCC, 2001.

CEARÁ. 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 mar. 2004.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 357 de 17/03/2005. **Dispõe sobre a classificação das águas**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/resl> > . Acesso em: 1 maio 2005.

DAVIS, D.A; ARNOLD, C.R. The design, management and production of a recirculating system for the production of marine shrimp. **Aquacultural Engineering**, Amsterdam, v.17, 1998, p. 193-211.

GLENN, E.P.; O'LEARY, J.W.; WATSON, M.C.; THOMAS, T.L.; KUEHL, R.O. *Salicornia bigelovii*: an halophyte for seawater irrigation. **Science**, v. 251, p.1065-106, 1991.

GLOBAL AQUACULTURE ALLIANCE. **Codes of practice for responsible shrimp farming**. 2003. Disponível em: <[www. Gaalliance.org/code.html](http://www.Gaalliance.org/code.html)>. Acesso em: 13 fev. 2003.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí, 2003. 229p.

LAWRENCE, A.; CASTILLE, F.; SAMOCHA, T.; VELASCO, M. Environmentally friendly or least polluting feed and feed management for aquaculture. In: BROWDY, C.L.; JORY, D.E. *The new wave proceedings of a special session on sustainable shrimp farming*. Louisiana: The World Aquaculture Society, 2001. p.84-96.

MOSS, S.M.; ARCE, S.M.; ARGUE, B.J.; OTOSHI, C.A.; CALDERON, F.R.O.; TACON, A.G.J. Greening of the blue revolution: efforts towards environmentally responsible shrimp culture. In: BROWDY, C.L.; JORY, D.E. **The new wave proceedings of a special session on sustainable shrimp farming**. Louisiana: The World Aquaculture Society, 2001. p.1-19.

NEVES, S.R.A. Projeto: Reuso da água no processo de adaptação do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, à água doce em tanques berçários. Pesquisas Funcap, **Revista de Ciência e Tecnologia**, Recife, v.4, n. 3, p. 17-21, dez. 2002.

NUNES, A.J.P. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, mai /jun, p. 27-39, 2002.

OLIVEIRA, D.B.F. A fertilização e a boa presença das microalgas nos viveiros de camarão. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, nov/dez, p. 41-47, 2004.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Madrid: Agrícola Española, 1978. 521p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1986.

PRODUTO usado na carcinicultura pode ter matado trabalhador. **Jornal O Povo**. Fortaleza, 19 dez. 2003. Disponível em: <http://adm.noolhar.com>. Acesso em: 13 fev. 2004.

PURINA. **Características nutricionais**. 2005. Disponível em: <www.agribands.com.br>. Acesso em: 10 jan. 2005.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: Department of Agriculture, 1954.

SAMPAIO, Y.; COSTA, E. Geração de empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão cultivado. **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 1, p. 60-64, mar. 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Centro de Ciências Agrárias. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: 1993. 247p.

VALENÇA, A.R.; MENDES, G.N. O metabissulfito de sódio e seu uso na carcinicultura. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n. 85, 2004, p. 57-59.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1995. 240p.