
INDICADORES NUMÉRICOS COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA DA CARCINICULTURA MARINHA EM SERGIPE, BRASIL

Ana Carolina Souto Muhlert, Juliana S. G. Lima, Lorena Machado e Ricardo A. Evangelista

RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar a sustentabilidade ecológica de viveiros de carcinicultura marinha localizados em 'terras altas' (licenciados) e 'terras baixas' (não licenciados localizados em Áreas de Preservação Permanente) no estado de Sergipe, Brasil. Em cada área foram estudados quatro viveiros durante o verão e o inverno. Foram coletados dados sobre a utilização de insumos de ração, biomassa de camarão e aspectos relacionados ao manejo, através de observações diretas e entrevistas semi-estruturadas. A sustentabilidade foi

medida através de indicadores que mostraram sustentabilidade ecológica inferior na carcinicultura localizada em 'terras altas'. O estudo sugere que os indicadores utilizados são uma ferramenta simples e útil para medir a sustentabilidade ecológica de viveiros de camarão marinho, mas indicadores das dimensões sociais e econômicas também são relevantes para serem aplicados em tal contexto, fornecendo uma avaliação sistêmica da sustentabilidade da atividade.

NUMERICAL INDICATORS AS A TOOL FOR THE EVALUATION OF THE ECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF MARINE SHRIMP FARMS IN SERGIPE, BRAZIL

Ana Carolina Souto Muhlert, Juliana S. G. Lima, Lorena Machado e Ricardo A. Evangelista

SUMMARY

This study aimed to compare the ecological sustainability of marine shrimp ponds located in 'highlands' (licensed) and 'lowlands' (unlicensed located in Permanent Preservation Areas) in Sergipe State, Brazil. In each area four ponds were studied during summer and winter. Data on the use of feed inputs, shrimp biomass and aspects related to the management were collected through direct observation and semi-structured interviews. Sustainability was measured by indicators that

showed lower ecological sustainability of shrimp farming located at 'highlands'. The study suggests that the used indicators are a useful and simple tool for measurement of the ecological sustainability of marine shrimp ponds, but indicators of social and economic dimensions are also relevant to be applied in such context, providing a systematic evaluation of the sustainability of the activity.

Introdução

A produção mundial de pescado oriundo da aquicultura vem crescendo ao longo dos anos. A atividade, que no ano de 1950 produzia 1×10^6 ton passou a produzir, em 2009, cerca de 55×10^6 ton de pescado (FAO, 2010). No Brasil, o crescimento da aquicultura entre os anos de 2003 a 2009 foi de 49% atingindo

uma produção em torno de 415.000 ton/ano. Dentre as atividades da aquicultura brasileira, a carcinicultura marinha possui representatividade no setor, em termos de produção, fornecendo anualmente cerca de 65.000 ton de pescado (Brasil, 2010).

Apesar dos aspectos positivos apontados por Rocha (2007), a criação de camarão marinho é questionada devido

aos impactos socioambientais negativos associados à atividade (Hopkins *et al.*, 1995; Primavera, 1997; Moss *et al.*, 2001; Rodrigues, 2007). Segundo Luca *et al.* (2007) os impactos ambientais da carcinicultura estão relacionados à intensidade dos sistemas de produção, sendo os sistemas extensivos aqueles que causam impactos ambientais menos intensos devido às meno-

res emissões de nutrientes e matéria orgânica no ecossistema adjacente. Os sistemas produtivos mais intensivos, caracterizados por altas densidades e utilização de insumos, apresentam geralmente maiores taxas de emissão de nutrientes e matéria orgânica quando comparados aos sistemas extensivos.

O estado de Sergipe produziu 2.577,2 ton de camarão

PALAVRAS-CHAVE / Alimento Artificial / Desenvolvimento Sustentável / *Penaeus vannamei* /

Recebido: 31/07/2013. Modificado: 16/09/2013. Aceito: 24/09/2013.

Ana Carolina Souto Muhlert. Engenheira de Pesca e Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Brasil. Endereço: Grupo de Estudos sobre Aquicultura e Sustentabilidade

(GEAS), UFS, 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. e-mail: carolmuhlert@globo.com
Juliana S. G. Lima. Engenheira de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Doutora em Carcinicultura

Organica, Universität Hohenheim, Alemanha. Professora e Pesquisadora, GEAS-UFS, Brasil e-mail: juliana.ufs.geas@gmail.com
Lorena Machado. Engenheira Agrônoma e Mestranda em Agroecossistemas, UFS, Brasil.

e-mail: loremachado86@globo.com
Ricardo A. Evangelista. Engenheiro de Pesca, UFS, Brasil. Mestrando, Universidade Tiradentes, Brasil. e-mail: ricardo.pesca@bol.com.br

INDICADORES NUMÉRICOS COMO HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD ECOLÓGICA DEL CAMARÓN MARINO EN SERGIPE, BRASIL.

Ana Carolina Souto Muhlert, Juliana S. G. Lima, Lorena Machado y Ricardo A. Evangelista

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo comparar la sostenibilidad ecológica de estanques de camarones marinos ubicados en 'tierras altas' (con licencia) y 'de tierras bajas' (sin licencia, en las Áreas de Preservación Permanente) en el estado de Sergipe, Brasil. En cada área se estudiaron cuatro viveros durante el verano y el invierno. Se recogieron datos sobre el uso de insumos de ración, biomasa de camarón y los aspectos relacionados con la gestión, a través de la observación directa y entrevistas semi-estructuradas. La sostenibilidad fue medida

por indicadores que mostraron menor sostenibilidad ecológica en el camarón que se encuentra en 'tierras altas'. El estudio sugiere que los indicadores utilizados son una herramienta sencilla y útil para medir la sostenibilidad ecológica de los viveros de camarones marinos, pero los indicadores de las dimensiones sociales y económicos también son relevantes para su aplicación en tal contexto, proporcionando una evaluación sistemática de la sostenibilidad de la actividad.

marinho cultivado da espécie *Penaeus vannamei* em 2010 (Brasil, 2012). A produção total de camarões cultivados no estado pode ser classificada em duas categorias, segundo a origem. Na primeira categoria está a produção realizada por propriedades licenciadas pela ADEMA (Administração Estadual do Meio Ambiente), e na segunda categoria, a produção originada por propriedades que não possuem licença por estarem localizadas em Áreas de Preservação Permanente (APPs). APPs são áreas protegidas pela lei 12.651/2012 e Resolução CONAMA 303/2002 cobertas ou não de vegetação nativa com a função de preservação ambiental. Nestas áreas é vedada a atividade da carcinicultura (Brasil, 2002).

De acordo com Lima *et al.* (2009) a maior parte do volume de camarão marinho cultivado em Sergipe é produzido por empreendimentos de baixo porte e sem licenciamento, localizados em APPs. Diferenças significativas marcantes no manejo são observadas na produção de camarões marinhos nas propriedades licenciadas e não licenciadas do estado de Sergipe (Lima *et al.*, 2011).

A produção de camarões marinhos em APPs requer um modelo de produção sustentável com impactos mínimos devido à fragilidade ambiental e social destas áreas. Se, por

um lado, a proibição da carcinicultura em APPs, assim como toda a atividade produtiva antrópica, seria ideal do ponto de vista ambiental, o impacto social negativo causado pela proibição do uso das APPs estuarinas por atividades produtivas, como por exemplo a carcinicultura, é intenso. Para Sachs (1986), o ecodesenvolvimento (atualmente mais conhecido como desenvolvimento sustentável), é aquele em que uma atividade se desenvolve de forma socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente. Assim, a busca por modelos sustentáveis e efetivos de produção de camarão marinho em APPs pode configurar-se como uma solução minimizadora de impactos.

Neste contexto, um dos maiores desafios em direção à aquicultura estuarina sustentável em APPs é o desenvolvimento de modelos produtivos adequados e o desenvolvimento de indicadores capazes de mensurar a sustentabilidade dos mesmos. Para comparar a sustentabilidade ecológica de carciniculturas marinhas irregulares instaladas em APPs com aquelas licenciadas no estado de Sergipe, este estudo aplicou indicadores para mensurar a sustentabilidade da atividade nas respectivas áreas, contribuindo para o debate a respeito da sustentabilidade da carcinicultura marinha no estado de Sergipe.

Materiais e Métodos

O estudo comparativo foi realizado no estado de Sergipe, Brasil, em quatro viveiros de carcinicultura marinha licenciados, localizados no município de Santo Amaro das Brotas e em quatro viveiros de carcinicultura familiar não licenciados, localizados em APPs do estuário Vaza-Barris, São Cristóvão, utilizando a espécie *Penaeus vannamei*. Para a realização do estudo foram coletados dados através de entrevistas diretas sobre o uso da ração (quantidade ofertada e teor de proteína bruta), produção de biomassa de camarão e aspectos relacionados ao manejo durante dois ciclos em cada um dos viveiros estudados. O primeiro ciclo foi realizado durante o verão (período de estiagem) e o segundo ciclo foi realizado no inverno (período chuvoso) de março 2010 a março 2011. Para a coleta de dados foram utilizadas observações diretas e entrevistas semi-estruturadas. Os viveiros licenciados foram projetados e construídos em 2006 para a finalidade da carcinicultura, obedecendo às exigências da legislação ambiental, com formato retangular 100×200m (2ha). Já os viveiros localizados nas terras baixas eram antigas salinas há cerca de 200 anos, não possuindo forma definida, com área de ~1ha.

A análise quantitativa da sustentabilidade ecológica dos

viveiros estudados foi realizada segundo os indicadores propostos por Boyd *et al.* (2007) (Tabela I). Estes indicadores foram calculados de acordo com valores adotados especificados na Tabela II.

Resultados e Discussão

Os resultados do estudo apontam que a carcinicultura marinha licenciada utiliza maiores densidades de povoamento, maiores quantidades de ração durante o cultivo e consequentemente a produtividade é também maior (Tabela III). De acordo com a FAO (2006) as rações são responsáveis por 50-60% dos custos operacionais no cultivo semi-intensivo de camarão e afetam a qualidade da água do viveiro, contribuindo para a descarga de nutrientes e matéria orgânica no ambiente. Segundo Boyd *et al.* (2007) o fator de conversão alimentar (FCA) indica a eficiência da conversão de ração em biomassa de pescado na aquicultura. Indiretamente, o FCA indica o potencial do viveiro para emissão de cargas de nutrientes e matéria orgânica sobre os ecossistemas adjacentes. Em geral, quanto menor o FCA, menor a quantidade de ração utilizada para produzir 1kg de pescado vivo e, portanto, menor a quantidade de resíduos descartados no ecossistema adjacente.

A média do FCA encontrada nas terras baixas (0,85) foi

TABELA I
FÓRMULAS E DEFINIÇÕES DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE UTILIZADOS

Indicador	Fórmula	Definição
FCA	$\frac{\text{Ração, kg}}{\text{Biomassa de Pesc. Producida, kg}}$	Fator de conversão alimentar (FCA) é a quantidade de ração necessária para produzir 1kg de biomassa de pescado vivo.
TMS	$\text{FCA} \times \frac{\% \text{MS na Ração}}{\% \text{MS no P. vannamei}}$	Taxa de matéria seca (TMS) indica a eficiência da conversão da matéria seca da ração em 1kg de matéria seca de pescado.
TPR	$(\text{TMS} - 1) \times \frac{\% \text{MS no P. vannamei}}{100}$	Taxa de produção de resíduos (TPR) indica a quantidade de resíduos gerados para produzir 1kg de pescado vivo.
TCP	$\text{FCA} \times \frac{\% \text{PB na Ração}}{100}$	Taxa de conversão protéica (TCP) indica a quantidade de proteína bruta necessária para produzir 1kg de pescado vivo.
TEP	$\text{FCA} \times \frac{\% \text{PB na Ração}}{\% \text{PB no P. vannamei}}$	Taxa de eficiência protéica (TEP) indica a quantidade de proteína bruta da ração necessária para produzir 1kg de proteína bruta de pescado.
TFP	$\text{FCA} \times \frac{\% \text{Far. de peixe na Ração}}{100}$	Taxa de farinha de peixe (TFP) indica a quantidade de farinha de peixe na ração necessária para produzir 1kg de pescado vivo.
ERP	$\text{TFP} \times 4,5$	Equivalente ração-peixe (ERP) indica a quantidade de peixes utilizados para a fabricação da farinha de peixe utilizada na ração necessária para produzir 1kg de pescado vivo.

TABELA II
VALORES E REFERÊNCIAS UTILIZADAS PARA A ESTIMATIVA DOS INDICADORES

Variável	Valor de referência
% matéria seca contida na ração	90% (Boyd e Tucker, 1998)
% matéria seca contida no <i>P. vannamei</i>	25% (Boyd e Tucker, 1998)
% proteína bruta contida na ração	35% (percentual utilizado nas carciniculturas de terras baixas e de terras altas)
% proteína bruta contida no <i>P. vannamei</i>	17,8% (Boyd <i>et al.</i> , 2007)
% farinha de peixe contida na ração	19% (Boyd e Polioudakis, 2006)

TABELA III
QUANTIDADE DE RAÇÃO UTILIZADA, BIOMASSA DE CAMARÃO PRODUZIDA E FATOR DE CONVERSÃO ALIMENTAR (FCA) OBTIDOS DURANTE OS CICLOS DE VERÃO E INVERNO EM VIVEIROS DE CAMARÃO MARINHO CULTIVADO NO ESTADO DE SERGIPE, BRASIL

Ciclo	Variável	Terras Altas (A) 25 cam/m ²				Terras Baixas (B) 7 cam/m ²			
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
Verão	Ração (kg)	4504	6928	4885	9606	200	500	1560	480
	Biomassa (kg)	4630	5745	4440	7643	260	450	1400	585
	FCA	0,97	1,2	1,1	1,26	0,77	1,11	1,11	0,82
Inverno	Ração (kg)	6770	6188	7767	7998	120	420	380	500
	Biomassa (kg)	4621	4020	5295	6485	280	620	743	360
	FCA	1,46	1,54	1,47	1,23	0,43	0,68	0,51	1,39

menor se comparada àquela encontrada nas terras altas (1,28). Os valores médios do FCA encontrados neste estudo indicam que os cultivos em terras altas e terras baixas tiveram bom desempenho produtivo. De acordo com Bar-

bieri e Ostrensky (2002), as taxas de conversão alimentar consideradas satisfatórias costumam variar entre 0,9-1,5:1,0 dependendo da densidade de camarões utilizada.

Os valores do FCA variaram entre os viveiros e esta-

ção do ano. Os valores médios do FCA indicam que houve maior disponibilidade de alimento natural nas terras baixas, justificado pela sua menor densidade de estocagem. Este fato reflete a condição socioeconômica de parte

significativa dos produtores localizados em terras baixas no estado de Sergipe, com menor disponibilidade de capital para a compra de insumos em geral, o que torna a utilização de alimento natural uma estratégia de redução dos custos da produção. O alimento natural compõe parcela significativa da dieta de camarões marinhos cultivados e apresenta vantagens ambientais sobre o uso de rações artificiais (Martínez-Córdova *et al.*, 2002a, 2009; Martínez-Córdova e Peña-Messina, 2005; DeSchryver *et al.*, 2008; Porchas-Cornejo *et al.*, 2012).

A utilização de alimento natural por viveiros de aquicultura localizados nas terras baixas evidenciada pelo indicador FCA é um fator chave a ser analisado no contexto da carcinicultura praticada em APPs. Os manejos voltados ao uso de alimento natural são frequentemente associados a impactos ambientais menos intensos se comparados àqueles baseados em alimento artificial (Martínez-Córdova *et al.*, 2002a; Beyruth *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2009). Por outro lado, apesar das vantagens ambientais, a produtividade suportada por manejos baseados em alimento natural é menor. Em estudo realizado por Martínez-Córdova *et al.* (2009) a produtividade natural suportou uma biomassa entre 400 a 500kg de camarão/ha.

Apesar das vantagens econômicas frequentemente associadas ao uso da ração artificial (Nunes *et al.*, 2011) e os valores médios do FCA neste estudo terem sido considerados bons do ponto de vista do desempenho produtivo, os valores do indicador taxa de matéria seca (TMS) mostram que a conversão real de ração em biomassa de camarão produzido pode ter implicações negativas para o ecossistema adjacente. Ao transformar o indicador FCA em matéria seca, é possível obter o TMS que indica, na base seca, a quantidade de ração transformada em biomassa de pescado. Os valo-

TABELA IV
TAXA DE MATÉRIA SECA (TMS) E TAXA DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS (TPR)
DURANTE O VERÃO E O INVERNO EM VIVEIROS DE CULTIVO DE CAMARÃO
MARINHO CULTIVADO EM TERRAS ALTAS E TERRAS BAIXAS

Indicador	Ciclo	Terras Altas (A)				Terras Baixas (B)			
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
TMS	Verão	3,49	4,32	3,96	4,54	2,77	4	4	2,95
	Inverno	5,26	5,54	5,29	4,43	1,55	2,45	1,84	5
TPR	Verão	0,62	0,83	0,74	0,88	0,44	0,75	0,75	0,49
	Inverno	1,06	1,13	1,07	0,86	0,14	0,36	0,21	1

TABELA V
TAXA DE CONVERSÃO PROTÉICA (TCP) E TAXA DE EFICIÊNCIA PROTÉICA (TEP)
DURANTE O VERÃO E O INVERNO EM VIVEIROS DE CULTIVO DE CAMARÃO
MARINHO CULTIVADO EM TERRAS ALTAS E TERRAS BAIXAS

Indicador	Ciclo	Terras Altas (A)				Terras Baixas (B)			
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
TCP	Verão	0,34	0,42	0,38	0,44	0,27	0,39	0,39	0,29
	Inverno	0,51	0,54	0,51	0,43	0,15	0,24	0,18	0,49
TEP	Verão	1,91	2,36	2,16	2,48	1,51	2,18	2,18	1,61
	Inverno	2,87	3,02	2,89	2,42	0,84	1,33	1	2,73

res do TMS são maiores se comparados aos valores do FCA, uma vez que a ração possui, em média, 90% de matéria seca e o pescado apenas cerca de 25% de matéria seca (Boyd e Tucker, 1998). A Tabela IV mostra os valores do indicador TMS observados.

De acordo com a Tabela IV, o TMS nos viveiros localizados em terras altas variou de 3,49 a 4,54 (verão) e 4,43 a 5,54 (inverno) e nos viveiros localizados em terras baixas foi observada a variação de 2,77 a 4 (verão) e 1,55 a 5 (inverno). Os maiores valores do TMS encontrados nas terras altas conferem menor sustentabilidade ecológica a estas propriedades e estão associados a maiores densidades de povoamento e uso de maiores quantidades de ração artificial. Boyd *et al.* (2007) salienta que valores elevados do TMS estão relacionados a impactos ecológicos negativos.

Os resíduos liberados nos ecossistemas adjacentes dos viveiros de camarão marinho cultivado são associados a impactos ambientais negativos (Boyd, 2003; Luca *et al.*, 2007; Freitas *et al.*, 2008; Machado *et al.*, 2011). A ração artificial é um dos principais insumos associados à geração de resíduos na carcinicultura

(Jackson *et al.*, 2003; Martin *et al.*, 1998; Páez-Osuna *et al.*, 1997). O indicador taxa de produção de resíduos (TPR) estima a quantidade de resíduos gerados pelo uso de ração artificial dos viveiros em estudo (Tabela IV).

Os maiores valores do TPR foram encontrados nos viveiros de terras altas no inverno (Tabela IV). Tal fato está associado ao aumento das taxas de conversão alimentar frequentemente observado em cultivos de camarão marinho nesta época, causado por mudanças ambientais e aumento das taxas de mortalidade. Os viveiros localizados em terras baixas ao utilizarem maiores taxas de alimento natural são provavelmente beneficiados com o aumento do aporte de matéria orgânica e nutrientes no inverno. Esta vantagem implica em menor emissão de resíduos durante a época chuvosa. Outro fator que pode estar relacionado a maior taxa do TPR nos viveiros de terras altas é a densidade média observada nos cultivos de terras altas em torno de 25 camarões/m², exigindo do produtor a utilização de maiores quantidades de ração para o crescimento do camarão.

O teor de proteína bruta utilizado nas rações artificiais

ministradas aos camarões marinhos é um ponto chave na determinação da sustentabilidade do sistema (Naylor *et al.*, 2000). Foi observado que a ração comercial utilizada pelos viveiros localizados em terras altas e terras baixas contém ~35% de proteína bruta. O indicador taxa de conversão protéica (TCP) evidencia a sustentabilidade dos sistemas estudados no contexto do consumo de proteína bruta e indica quantos kg de proteína bruta são necessários para a produção de 1kg de camarão vivo (Tabela V).

Os viveiros localizados em terras altas consomem maiores quantidades de proteína bruta, sobretudo na estação chuvosa (Tabela V). A redução do teor de proteína bruta é uma vantagem do ponto de vista ecológico e econômico. Apesar do elevado teor de proteína bruta contida nas rações artificiais utilizadas pelos viveiros em estudo (35%), pesquisas apontam a possibilidade de redução do teor de proteína bruta utilizada durante os cultivos. Segundo González-Félix *et al.* (2007) não houve diferença no ganho de peso, no peso final e na sobrevivência dos camarões cultivados em um estudo realizado no México

com rações contendo 25, 30, 35 e 40% de proteína bruta (PB). Martínez-Córdova *et al.* (2002b) utilizaram os níveis 25 e 40% de PB durante oito semanas, na alimentação de *P. vannamei* criados em viveiros de terra e alimentados em comedouros, concluindo que ambas as dietas são adequadas para criação deste organismo em viveiros mantidos em sistema autotrófico com fertilização.

Outro indicador associado à proteína bruta contida na ração é a taxa de eficiência protéica (TEP) que evidencia a eficiência da conversão de proteína contida na ração em proteína de camarão produzido. Assim, o TEP mostra a quantidade de proteína bruta contida na ração, necessária para a produção de 1kg de proteína bruta de camarão na despesca (Tabela V). Segundo Boyd *et al.* (2007) este fator não é uma estimativa real da quantidade de proteína de pescado disponível para o consumo humano, visto que, geralmente, os pescados são processados e apenas uma parte da proteína é utilizada como alimento humano.

O TEP apresenta valores maiores que o TCP (Tabela V) já que o camarão *P. vannamei* possui apenas 17,8% de proteína na sua composição (Boyd *et al.*, 2007). O indicador TEP calculado evidenciou que os viveiros localizados em terras baixas apresentaram maior eficiência para a conversão de proteína bruta da ração em proteína bruta contida no camarão despesado. O alimento natural pode constituir fonte proteica em substituição a proteína bruta disponível nas rações artificiais, reduzindo os valores do indicador TEP. Para Nunes (2001), em sistema de cultivo semi-intensivo, a contribuição do alimento natural na dieta do camarão é bastante significativa, podendo alcançar até 85%.

A farinha de peixe é um dos principais ingredientes proteicos das rações para aquicultura, tornando esta atividade grande consumidora

TABELA VI
TAXA DE FARINHA DE PEIXE (TFP) E EQUIVALENTE RAÇÃO-PEIXE (ERP) DURANTE O VERÃO E O INVERNO EM VIVEIROS DE CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO CULTIVADO EM TERRAS ALTAS E TERRAS BAIXAS

Indicador	Ciclo	Terras Altas (A)				Terras Baixas (B)			
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
TFP	Verão	0,18	0,23	0,21	0,24	0,15	0,21	0,21	0,16
	Inverno	0,27	0,29	0,28	0,23	0,08	0,13	0,1	0,26
ERP	Verão	0,81	1,03	0,94	1,08	0,67	0,94	0,94	0,72
	Inverno	1,21	1,3	1,26	1,03	0,36	0,58	0,45	1,17

deste ingrediente em todo o mundo, com ~68,2% da produção mundial. No entanto, a produção deste insumo está estagnada e a demanda é crescente (Tacon e Metian, 2008).

O indicador taxa de farinha de peixe (TFP) corresponde à quantidade de quilos de farinha de peixe contidos na ração necessários para produzir 1kg de pescado vivo (Tabela VI).

Os resultados mostraram que as carciniculturas estudadas consumiram entre 0,18 a 0,29 (terras altas) e 0,08 a 0,26 (terras baixas) de farinha de peixe para a produção de 1kg de camarão. O consumo deste ingrediente pode ser reduzido. De acordo com Nunes *et al.* (2008) estudos têm sido realizados para a substituição da farinha de peixe por ingredientes alternativos e os resultados têm sido positivos. No entanto, alguns dos problemas encontrados têm sido as perdas da palatabilidade e da atratividade em rações para camarão.

A farinha de peixe é fabricada através do processamento de peixes selvagens capturados ou peixes da aquicultura. Para muitas espécies cultivadas, a farinha de peixe é indispensável ao desenvolvimento do cultivo (Boyd *et al.*, 2007).

O equivalente ração-peixe (ERP) é um indicador que corresponde à quantidade de peixe utilizada para a fabricação da farinha de peixe, contida na ração e necessária para a produção de 1kg de pescado vivo (Tabela VI). Segundo Boyd *et al.* (2007) na fabricação de farinha de peixe, a proporção de peixes vivos em farinha de peixe é de

cerca de 4,5.

Os resultados apontaram que dos oito ciclos estudados nos viveiros de terras altas, 75% deles utilizaram mais de 1kg de peixe contido na farinha de peixe para produzir 1kg de camarão, enquanto que nos viveiros de terras baixas apenas um ciclo (12,5%) ultrapassou essa marca, mostrando que a produção em terras baixas, para este indicador, é mais sustentável. No entanto, é importante ressaltar que esses valores podem ser menores que os encontrados, já que foram superestimados, utilizando o valor de 19% de farinha de peixe contido na ração para camarão de acordo com Boyd *et al.* (2007). Na atualidade, de acordo com Tacon e Metian (2008), os valores de farinha de peixe na ração para camarão não passam de 12%.

O setor da aquicultura consumiu no ano de 2006 em torno de 16,6×10⁶ton de peixes utilizados para a fabricação de farinha e óleo de peixe. No entanto, acredita-se que com o avanço das pesquisas, haverá uma redução no nível de inclusão de farinha de peixe em rações para camarão marinho. O FIFO (*fish in: fish out*) que é o fator utilizado por ambientalistas para calcular a quantidade de peixe capturado para produzir o pescado em aquicultura, será de 0,3 para o ano de 2020, ou seja, serão necessários 300kg de peixes pelágicos para produzir 1ton de camarão marinho (Tacon e Metian, 2008).

Conclusão

Os viveiros licenciados localizados nas terras altas e

mostraram menos sustentáveis do ponto de vista ecológico, de acordo com os indicadores empregados. Este fato está relacionado ao manejo utilizado no cultivo, como a densidade média de 25 camarões/m² e a utilização de maiores quantidades de ração.

Os indicadores analisados representam uma ferramenta simples a ser incorporada na rotina dos carcinicultores para que os mesmos possam mensurar a sustentabilidade de seus sistemas produtivos.

Indicadores sociais e econômicos, assim como outros indicadores ambientais também devem ser empregados para uma análise mais consistente da sustentabilidade dos referidos sistemas.

REFERÊNCIAS

- Barbieri JrRC, Ostrensky Neto A. (2002) *Camarões Marinhos - Engorda*. Aprenda Fácil. Viçosa, Brasil. 370 pp.
- Beyruth Z, Mainardes-Pinto CSR, Fusco SM, Faria FC, Silva AL (2004) Utilização de alimentos naturais por *Oreochromis niloticus* em tanques de terra com arraçoamento. *Bol. Inst. Pesca* 30: 9-24.
- Boyd CE (2003) Fertilizantes químicos na aquicultura de viveiros. *Rev. ABCC* 5: 79-81.
- Boyd CE, Polioudakis MP (2006) Land use for aquaculture production. *Glob. Aquacult. Advoc.* 9: 64-65.
- Boyd CE, Tucker CS (1998) *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer. Boston, EEUU. 700 pp.
- Boyd CE, Tucker C, Mcnevin A, Bostick K, Clay J (2007) Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. *Rev. Fish. Sci.* 15: 327-360.
- Brasil (2002) *Resolução CONAMA n° 312, de 10 de outu-*

bro de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, Brasil. www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=334 (Cons. 22/09/2012).

- Brasil (2010) *Produção Pesqueira e Aquícola: Estatísticas 2008 e 2009*. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, Brasil. 30pp. www.mpa.gov.br (Cons. 20/11/2012).
- Brasil (2012) *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2010*. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, Brasil. 128 pp.
- DeSchryver P, Crab R, Deforidit T, Boond N, Verstraete W (2008) The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture* 277: 125-137.
- FAO (2006) *Princípios Internacionais para a Carcinicultura Responsável*. NACA / UNEP / WB / WWF. 20 pp.
- FAO (2010) *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Fisheries and Aquaculture Department. United Nations Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. 197 pp.
- Freitas U, Niencheski LFH, Zarzur S, Manzolli RP, Vieira JPP, Rosa LC (2008) Influência de um cultivo de camarão sobre o metabolismo bêntico e a qualidade da água. *Rev. Bras. Eng. Agric. Amb.* 12: 293-301.
- González-Félix ML, Gómez-Jiménez S, Perez-Velazquez M, Davis DA, Velasco-Rameños JG (2007) Nitrogen budget for a low salinity, zero-water Exchange culture system: I. Effect of dietary protein level on the performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquacult. Res.* 38: 798-808.
- Hopkins JS, Sandifer PA, Devoe MR, Holland AF, Browdy CL, Stokes AD (1995) Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. *Estuaries* 18: 25-42.
- Jackson C, Preston NP, Thompson P, Burford M (2003) Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. *Aquaculture* 218: 397-411.
- Lima JSG, Muhlert ACS, Santos JDM, Monteiro PPC (2009) *Carcinicultura Marinha e Segurança Alimentar: Desafios Sócio-Ambientais para as Regiões de APP no Estado de Sergipe*. Universidade Federal de Sergipe. Brasil. 5 pp.
- Lima JSG, Muhlert ACS, Machado L, Santos IH, Santos JDM, Evangelista RA, Silva JS, Soares HLM (2011) Caracteriza-

- tion of heterogeneous groups of marine shrimp farms in the state of Sergipe (Brazil) and implications for sustainability. Em *World Aquaculture*. Natal, Brasil. Abstracts World Aquaculture Society 2011. p. 1042.
- Luca SJ, Oliveira SS, Paz MF, Shinma EA (2007) *Potenciais Impactos Ambientais da Aqüicultura: Carcinicultura de Cataveiro*. www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR09543_Oliveira.pdf (Cons. 22/12/2012).
- Machado L, Santos IS, Lima JSG (2011) Flow of nitrogen and phosphorus in *Penaeus vannamei* ponds in Sergipe state, Brazil: Implications for sustainable production. Em *World Aquaculture*. Natal, Brasil. Abstracts World Aquaculture Society. p. 676.
- Martin JM, Veran Y, Guerlorguet O, Pham D (1998) Shrimp rearing: stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studied through the nitrogen budget in rearing ponds. *Aquaculture* 164: 135-149.
- Martínez-Córdova LR, Peña-Messina E (2005) Biotic communities and feeding habits of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) and *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1974) in monoculture and polyculture semi-intensive ponds. *Aquacult. Res.* 36: 1075-1085.
- Martínez-Córdova LR, Campaña-Torres A, Porchas-Cornejo MA (2002a) Promotion and contribution of biota in low water Exchange ponds farming blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). *Aquacult. Res.* 33: 27-32.
- Martínez-Córdova LR, Campaña-Torres A, Porchas-Cornejo MA (2002b) The effects of variation in feed protein level on the culture of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone) in low-water exchange experimental ponds. *Aquacult. Res.* 33: 995-998.
- Martínez-Córdova LR, Martínez-Porchas M, Cortés-Jacinto E (2009) Camaronicultura mexicana y mundial: ¿Actividad sustentable o industria contaminante? *Rev. Int. Contam. Amb.* 25: 181-196.
- Moss SM, Arce SM, Argue BJ, Ootoshi CA, Calderon FRO, Tacon AGJ (2001) Greening of the blue revolution: Efforts toward environmentally responsible shrimp culture. Em Browdy CL, Jory DE (Eds.) *The New Wave. Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture*. Baton Rouge, LA, EEUU. The World Aquaculture Society. pp. 1-19.
- Naylor RL, Goldburg RJ, Primavera JH, Kautsky N, Beveridge MCM, Clay J, Folke C, Lubchenco J, Mooney H, Troell M (2000) Effects of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1017-1024.
- Nunes AJP (2001) Alimentação para camarões marinhos. Parte II. *Panorama da Aqüicultura* 11(63): 13-23.
- Nunes AJP, Sá MVdoC, Sabry Neto H (2008). Novas abordagens na nutrição e alimentação de camarões no Brasil. *Anais I Congr. Brás. Nutr. Anim.* pp. 48-49.
- Nunes AJP, Sá MVdoC, Sabry Neto H (2011). As próximas gerações de ração para camarão marinho. *Panorama da Aqüicultura* 21(123): 24-35.
- Páez-Osuna F, Guerrero-Galvan SR, Ruiz-Fernandes AC, Espinoza-Angulo RE. (1997) Fluxes and mass balances of nutrients in semi-intensive shrimp farm in North-Western Mexico. *Mar. Pollut. Bull.* 34: 290-297.
- Porchas-Cornejo MA, Martínez-Porchas M, Martínez-Córdova LR, Ramos-Trujillo L, Barraza-Guardado R (2012) Consumption of natural and artificial foods by shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared in ponds with and without enhancement of natural productivity. *Isr. J. Aquacult.* 64: 1-7.
- Primavera JH (1997) Socio-economic impacts of shrimp culture. *Aquacult. Res.* 28: 815-827.
- Rocha IP (2007) Carcinicultura brasileira: desenvolvimento tecnológico, sustentabilidade ambiental e compromisso social. *Rev. ABCC* 9: 16-22.
- Rodrigues FGS (2007) *O agronegócio da carcinicultura marinha e os conflitos sociais e ambientais de uso e ocupação do estuário do rio Jaguaribe no município de Aracati-CE*. Tese. Universidade Federal do Ceará. Brasil. 123 pp. www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1089 (Cons. 10/08/2012).
- Sachs I (1986) *Ecodesenvolvimento: Crescer sem Destruir*. 1ª ed. Vértice. São Paulo, Brasil. 207 pp.
- Souza FMMCde, Messias GA, Fialho DH, Soares RB, Correia ESde (2009) Crescimento do camarão marinho *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) cultivado em tanques com diferentes protocolos de fertilização orgânica. *Acta Sci. Biol. Sci.* 31: 221-226.
- Tacon AGJ, Metian M (2008) Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285: 146-158.