

Aplicação do gerenciamento ambiental em um cultivo de camarões com a abordagem nas ferramentas de produção mais limpa

Application of environmental management of a shrimp culture farm using cleaner production tools

Iran Marques de Lima

MSc. em Engenharia de Produção pela UFRN,
Professor do Departamento de Engenharia de Produção da UFRN
Centro de Tecnologia - Campus Universitário Lagoa Nova
CEP 59072-970 Natal - RN - Brasil
imlima@ufrnet.br

Henio Normando de Souza Melo

Dr. Ing./INSA França, professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFRN
Centro de Tecnologia - Campus Universitário Lagoa Nova
CEP 59072-970 Natal - RN - Brasil
henio@eq.ufrn.br

Gilson Gomes de Medeiros

Doutor em Engenharia Química pela UFSCar,
Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFRN
Centro de Tecnologia - Campus Universitário Lagoa Nova
CEP 59072-970 Natal - RN - Brasil
gilsong@cefetrn.br

Veder Ralfh Fernandes de Medeiros

Doutor em Engenharia de Produção COPPE/UFRJ,
Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRN
Centro de Tecnologia - Campus Universitário Lagoa Nova
CEP 59072-970 Natal - RN - Brasil
veder@ufrnet.br

Resumo

O objetivo do trabalho é apresentar as oportunidades de implementação da produção mais limpa (P+L) em uma fazenda de cultivo de camarões. A metodologia utilizada foi pesquisa exploratória, realizada pela investigação via estudo de caso, implementada em uma unidade produtiva localizada no nordeste do Brasil. O trabalho aborda desde aspectos genéricos da técnica no que diz respeito ao gerenciamento do uso da água, energia, e da caracterização do efluente desta atividade produtiva. Discute aspectos

Abstract

The aim of this work is to introduce the opportunities of implementation of cleaner production (CP) in a shrimp culture farm. The methodology used was exploratory research implemented in a production unit located in the Northeast Brazil. The scientific article approaches the generic aspects of the technique about the management of the water use, energy and the effluent characterization of this productive activity. It discusses quantitative aspects, environmental questions and opportunities of CP during the productive process phases. The results indicate to

quantitativos, considerações ambientais, e oportunidades de P+L nas fases do processo produtivo. Os resultados apontam para economias de insumos sob a forma de alimentos, corretivos de solo, medicamentos, e energia aplicados ao processo, que variam de 4 a 27%, ressaltando-se que o pequeno ganho financeiro, deve ser encarado como uma fonte de considerável benefício ambiental. Os autores concluem pela da adoção da técnica neste segmento do agronegócio, ressaltando a importância do gerenciamento da dosagem de insumos na qualidade do efluente final, além da adoção de um mecanismo de remediação físico-química para o residual de metabissulfito de sódio utilizado na despesca.

Palavras-chave: produção mais limpa, carcinicultura, impactos ambientais, metabissulfito de sódio, remediação físico-química.

input economy in the form of feed, soil correctives, medicines, and energy applied to the process, which vary from 4% to 27%, emphasizing that the small profit should be viewed as a source of considerable environment return. The authors conclude for the adoption of this technique in this agribusiness segment, discussing the importance of the management of the input dosage in the quality of the final effluent. Besides of that, the adoption of a physical-chemistry mechanism remediation to the residual of sodium metabissulphite was used in the process of shrimp caught.

Key words: cleaner production, culture of shrimps, environmental impacts, sodium metabissulfite, physical-chemistry remediation.

1. Introdução

De acordo com a *United Nations Environmental Program/United Nations Industrial Development Organization* - UNEP/UNIDO, a Produção mais limpa, doravante denominada P+L, é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, nos processos produtivos, produtos e serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao meio ambiente (UNIDO/UNEP, 1995).

Nesta forma alternativa de produzir bens e serviços, utiliza-se ajustes no processo produtivo que permitem a redução da emissão/geração de resíduos diversos, podendo ser feitas desde pequenas reparações no modelo existente, até a aquisição de novas tecnologias.

A P+L não se baseia somente em tecnologia ou em inovação tecnológica. Ela também propõe alterações na forma de gestão das empresas. Esta mudança é que propicia a adoção de formas preventivas de controle da poluição, ao invés da abordagem "end-of-pipe" (Berkel, 1995; Christie *et al.*, 1995).

Van Wyk e Van Wyk (1997), propõe que existe uma interação muito forte entre tecnologia e sociedade e que determinados valores sociais podem impactar a tecnologia, como por exemplo, o valor ecológico. Neste sentido, a tecnologia deveria contribuir para a manutenção da sustentabilidade e da habitabilidade do planeta, tanto quanto possível.

Lemos e Nascimento (1998) afirmam que as tecnologias limpas são um conjunto de soluções que começam a ser estabelecidas e disseminadas, por sua ampla utilização, com a finalidade de prevenir e resolver problemas ambientais. Elas seguem o princípio de proteger e/ou conservar o meio ambiente, evitando o desperdício de recursos e a degradação ambiental, buscando o desenvolvimento sustentável. Fundamentalmente, a adoção desta metodologia depende de novas maneiras de pensar e agir sobre os processos, produtos, serviços e formas gerenciais, em uma abordagem com um certo componente holístico.

Iles (2007) considera a busca da aqüicultura sustentável um desafio, em face aos problemas ambientais inerentes a este processo produtivo, e reconhece na P+L uma estratégia para o atingimento desta meta. Desta forma, entende-se que na busca pelo desenvolvimento sustentável deste segmento produtivo remete-se ao uso de ferramentas tais como os sistemas de gestão ambiental, a análise de ciclo de vida, como também da produção mais limpa, foco deste artigo científico.

O presente trabalho propõe-se a investigar as oportunidades de P+L no segmento da carcinicultura.

A partir de 1999 as regiões estuarinas do nordeste Brasileiro passaram a se constituir em foco de atratividade para a instalação de atividades produtivas, em especial de empreendimentos de carcinicultura, com intensa utilização de solos, gerando impactos socioeconômicos e ambientais significativos (IDEMA, 2005).

A carcinicultura impõe-se no mercado Brasileiro como uma importante atividade produtiva, capaz da geração de receita de exportação da ordem de 240 milhões de dólares em 2003 (ABCC, 2007). No nordeste do Brasil, esta modalidade produtiva tem como principal cenário produtivo as bacias fluvio-estuarinas, ecossistema frágil, vulnerável aos principais impactos ambientais desta atividade econômica.

2. Materiais e Métodos

A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória implementada através de estudo de caso, utilizando-se para tal os recursos de pesquisa bibliográfica, coleta de dados, além de entrevistas realizadas com o corpo técnico de colaboradores da empresa-objeto, uma fazenda de cultivo de camarões localizada no litoral do estado do Rio Grande do Norte, Brasil, na zona de influência da bacia fluvio-estuarina de Guaraíras.

O empreendimento objeto da presente pesquisa pode ser classificado como de médio porte, constituído por um conjunto de vinte e quatro tanques de cultivo. O patamar tecnológico dos processos utilizados no empreendimento é semelhante ao praticado pelos demais produtores da região, contribuindo para validar as conclusões, com o objetivo final de contribuir para a difusão das boas práticas ambientais inerentes à aplicação desta técnica.

Especial atenção deve ser tomada relativa a substância denominada metabissulfito de sódio. Durante o processo de retirada dos camarões do viveiro e seu posterior abate, é utilizado este contaminante sob a forma de uma solução salina, que após este processo é descartada.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - No processo de despesca julga-se importante promover a discussão relativa a elevada carga orgânica descarregada no meio biótico, visto que esta é a forma comumente utilizada para descarte, sem nenhum tratamento prévio do efluente (New e Singholka, 1982).

A Figura 1 detalha o fluxograma produtivo deste segmento do agronegócio. Entende-se relevante contextualizar que o sistema de gerenciamento a seguir proposto obedece às restrições inerentes a investigação via estudo de caso, onde a organização foco do presente estudo preserva as seguintes peculiaridades - a empresa adquire as pós-larvas em um laboratório de cultivo, e não possui setor de

beneficiamento, sendo a produção é vendida no viveiro, ocorrendo o processo de despesca sob a responsabilidade do comprador.

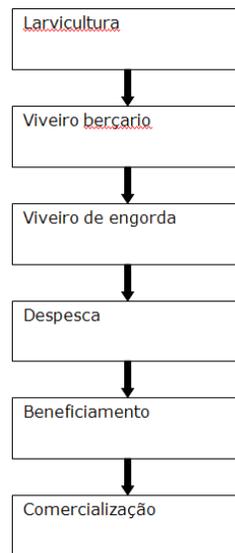


Figura 1: Fluxograma do processo de cultivo de camarões marinhos (Fonte: Albuquerque, 2005).

O sistema de gerenciamento a seguir proposto se materializa partir da investigação do pesquisador "in site" na empresa-objeto, respaldado pela pesquisa do estado da arte referente ao tema. O protocolo do sistema de gerenciamento foi testado em um conjunto de 36 "beaches", no período compreendido entre abril e setembro de 2007, com uma duração média de 120 dias cada, sendo consolidado no tópico final deste trabalho o valor médio dos seus resultados. Contextualiza-se "beaches" como um processo produtivo caracterizado pela sua descontinuidade e intermitência, também conhecido por processo em batelada. As considerações ambientais e as oportunidades de P+L tratam-se de medidas de investigação propostas e testadas na aplicação do protocolo.

3. Oportunidades de P+L em fazenda de cultivo de camarões – Aspectos gerais

Como citado na parte introdutória deste trabalho, em face da carência de textos acadêmicos focados na P+L neste segmento do agronegócio, discutiu-se este tópico tendo como referência a metodologia difundida pela *United Nations Environment Programme*, focada no cluster do pescado (UNEP, 2007).

3.1. Consumo de água

O cultivo de camarões em viveiros é uma atividade que consome uma grande quantidade de água, constituindo-se a sua descarga de efluentes um aporte de significativa quantidade de matéria orgânica com

pequena incidência de substâncias potencialmente nocivas (Valenti, 2002). Em face desta realidade, deve-se focar a discussão na redução do consumo de recursos e do volume e carga orgânica do efluente descartado.

Água é o insumo principal em fazendas de cultivo de camarões, sendo natural que sejam direcionados esforços para a redução do seu consumo. Wan Alwi *et al.* (2008) apontam que o seu uso deve preservar uma hierarquia de gerenciamento, como pode ser inferido através da Figura 2.



Figura 2: A hierarquia do gerenciamento da água (Fonte: Wan Alwi *et al.*, 2008).

Observa-se a partir da análise da Figura 2 anteriormente disposta o alinhamento da hierarquia do uso da água com os pressupostos de P+L de reduzir, reusar, e reciclar o insumo foco deste tópico.

O primeiro passo para operacionalizar esta ação é investigar o perfil de sua utilização instalando medidores de vazão em busca do estabelecimento de séries históricas de consumo, inclusive levando em consideração as peculiaridades sazonais (índice pluviométrico, médias de temperaturas no período).

Com base nestas informações, o gerenciamento do uso deste recurso poderá ser discutido em bases mais sólidas passíveis de uma discussão estratégica.

O próximo passo é identificar as diversas operações no processo produtivo passíveis de utilização deste insumo. Resfriamento de bombas, compressores, lavação de setores de apoio à atividade produtiva são típicos focos de desperdício. Para estes equipamentos a instalação de dispositivos automáticos tais como sensores, "timers", solenóides, e termostatos pode contribuir na redução de desperdícios (Máxime *et al.*, 2006).

Uma vez identificadas as não-conformidades, deve-se estabelecer o mínimo consumo necessário para a referida operação, e iniciar o processo de acompanhamento do seu uso racional. Para tal o controle gerencial através de planilhas especialmente formatadas para sua investigação contribui para a sistematização do processo.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Após o estabelecimento dos padrões otimizados de consumo de água, deve-se passar a discutir suas oportunidades de reuso. Efluentes que não são contaminados de forma significativa devem ser utilizados em outras áreas. Resfriamentos de bombas e compressores podem ser coletados e utilizados em irrigação de áreas verdes e em usos sanitários (Jegatheesan *et al.*, 2007).

Deve ser ainda levado em conta que os eventuais reusos de efluentes não podem de forma alguma comprometer a qualidade do produto, a higiene dos seus processos produtivos, bem como a interação como os seus colaboradores (Luken e Navratil, 2004).

3.2. Efluente

Os esforços de P+L em fazendas de cultivo de camarões devem ser direcionados na redução da carga orgânica do efluente. O volume gerado também é um importante aspecto, e está intimamente ligado com o consumo de água.

O significativo volume de efluente incentiva a discussão em torno da viabilização de alternativas do seu reuso.

Entende-se relevante promover a utilização de lagoa de decantação como forma de regular o teor de sólidos em suspensão, possibilitando a alternativa do seu reuso (Anjos dos Santos *et al.*, 2007).

3.3. Energia

O modelo produtivo em discussão utiliza quase que exclusivamente a energia elétrica nos seus equipamentos (bombas, compressores, filtros). Energia térmica pode eventualmente ser usada principalmente nos processos de limpeza e sanitização.

A energia é uma das áreas onde a metodologia de P+L pode ser usada na sua essência com bons resultados e baixo nível de investimento. Instalação de "timers", substituição de variadores eletromagnéticos e chaves de partida direta por conversores de frequência, representam algumas iniciativas de baixo custo que podem representar um menor custo de manutenção e consumo de energia elétrica pela empresa.

Outra iniciativa merecedora de discussão diz respeito a opção tarifária contratada. A adoção de uma alternativa horosazonal pode representar uma efetiva economia, bastando para tal a mudança de algumas práticas produtivas no que tange ao aspecto gerencial (Peterson *et al.*, 2001).

Iniciativas adicionais no sentido de mudança da matriz energética do modelo produtivo podem ser discutidas a seguir, mas cabe a ressalva de que esta iniciativa só se justificaria em empresas detentoras de escala de produção maior, em face do investimento significativo de adoção da alternativa.

4. Oportunidades de P+L nas fases do processo produtivo – Protocolo para implementação

4.1. Manutenção e preparação do viveiro

Após o término de cada cultivo, torna-se necessário a realização da manutenção dos viveiros de engorda, que consiste basicamente na limpeza e revolvimento do fundo, com objetivo de promover a aeração do solo e oxidação da matéria orgânica, retirando-se os concentrados poluidores, bem como a execução de reparos em taludes e no sistema de abastecimento. Concluída esta etapa, inicia-se a preparação do viveiro para um novo povoamento, processando-se a assepsia, calagem, quando necessário, fertilização orgânica, abastecimento dos viveiros e fertilização química.

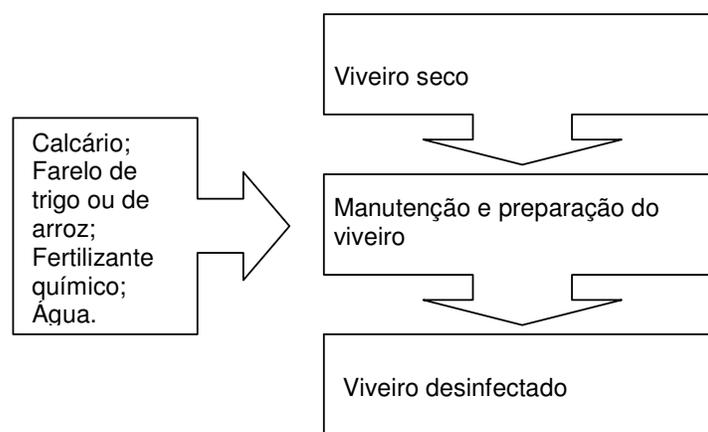


Figura 3: Fluxograma da operação de manutenção e preparação do viveiro.

Entradas	Saídas
Calcário (500 a 1.500 Kg/ha) Farelo de trigo ou de arroz (100 a 150 Kg/ha) Fertilizante químico (60 Kg/ha) Água (7 a 18 mil m ³) Energia elétrica (33,5 a 37,3 Kw) Virucida (5 Kg/ha)	Nesta fase do processo não ocorrem saídas

Quadro 1: Entradas e saídas do processo de manutenção e preparação do viveiro.

4.1.1. Considerações ambientais

Nesta fase do processo por ser de caráter preparatório não são eliminados efluentes.

4.1.2. Oportunidades de P+L

A dosagem correta de calcário e demais produtos é de fundamental importância na qualidade do efluente gerado nos processos subsequentes. Assim recomenda-se um controle apurado do pH do solo.

4.2. Povoamento e engorda

O povoamento do viveiro é efetuado com pós-larvas provenientes de laboratórios comerciais, conforme Figura 4.

Para o manejo alimentar, são dois os tipos de alimentos utilizados: alimento natural e complemento nutricional. O alimento natural é principalmente composto por pequenos organismos existentes no fundo do viveiro, cujo incremento populacional é incentivado a partir da técnica de fertilização (USP-FZEA, 2006a).

Como complemento alimentar utiliza-se rações comerciais, balanceadas de acordo com as necessidades nutricionais do camarão, para cada fase do seu ciclo de vida (USP-FZEA, 2006b).

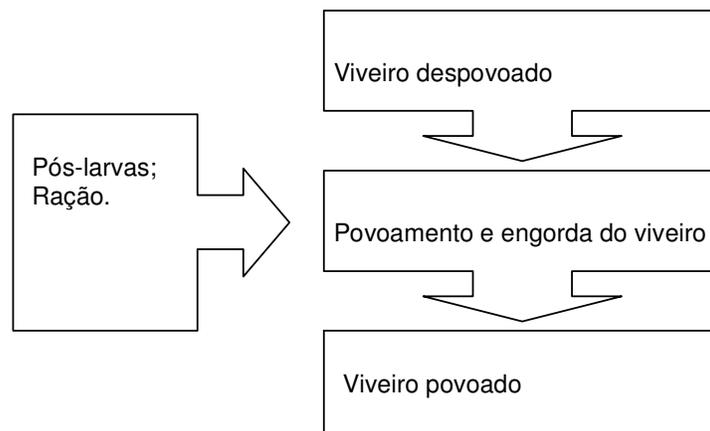


Figura 4:- Fluxograma da operação de povoamento e engorda em viveiro.

Entradas	Saídas
10 a 40 pós-larvas / m ² 1,3 a 1,8 Ton ração/ Ton camarão Energia elétrica	Nesta fase do processo não ocorrem saídas

Quadro 2: Entradas e saídas do processo de povoamento e engorda do viveiro.

4.2.1. Considerações ambientais

Nesta fase, igualmente à anterior, não se implementa descarte de efluente. A quantidade de carga orgânica adicionada ao viveiro sob a forma de ração e suplementos orgânicos deve ser controlada para evitar a eutrofização do mesmo (Figueiredo *et al.*, 2005). Para melhor controle e ajuste destas quantidades,

recomenda-se a utilização de telas submersas, espalhadas no viveiro, em forma de comedouros-bandejas, que são muito eficientes para visualização diária de sobras de alimento. Salienta-se nesta fase a importância do controle de temperatura do viveiro.

4.2.2. Oportunidades de P+L

O controle e manejo alimentar nesta fase do processo representa a principal variável a ser considerada. Alimentação em excesso no viveiro pode contribuir para a eutrofização do sistema, recomendando-se a suspensão do arraçamento em evidências de aumento da turvação (Figueiredo *et al.*, 2005). O controle de água de reposição deve ser objeto de avaliação permanente.

Entende-se relevante nesta fase do processo produtivo o estabelecimento de um rígido acompanhamento das variações de temperaturas do meio biótico. Reduções significativas deste parâmetro promovem diminuição da atividade metabólica do camarão, suscitando a ação de redução da oferta alimentar no viveiro.

4.3. Despesca

O termo despesca é utilizado, na aqüicultura, para definir a operação de retirada do organismo cultivado do viveiro quando este atinge o tamanho e peso comerciais (USP-FZEA, 2006c). O processo normalmente é de responsabilidade do comprador, que assim torna-se responsável pela sua operacionalização e controle, sendo esta uma das fases mais vulneráveis do processo produtivo, sob o ponto de vista ambiental.

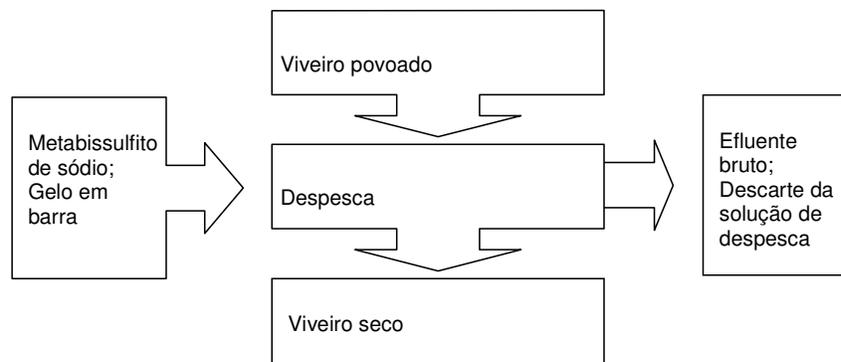


Figura 5: Fluxograma da operação de despesca do viveiro.

Entradas	Saídas
Solução de metabissulfito de sódio a 50 g/l (2000 l)	Solução de metabissulfito de sódio a 25 g/l (2000 l) Efluente do descarte do viveiro (7 a 18 mil m ³).

Quadro 3: Entradas e saídas do processo de despesca do viveiro.

4.3.1. Considerações ambientais.

Cabe neste contexto caracterizar os dois efluentes originados nesta fase do processo produtivo.

O efluente originado do esvaziamento do viveiro tem como característica um grande volume físico, alta carga de matéria orgânica, com baixa toxidez (Figueiredo *et al.*, 2005). Este aporte representa um potencial desequilíbrio ao meio biótico existente no entorno do empreendimento, em face do descarte ao meio ambiente representar a alternativa atualmente utilizada de manejo.

No processo de despesca é empregada uma solução salina cujo principal constituinte nocivo é o metabissulfito de sódio. Este contaminante se apresenta em concentração variável em torno de 5% em peso, em face da ausência de metodologia de preparação das soluções e dos seus banhos de reforço. O metabissulfito de sódio é utilizado como desaerante, antioxidante, e conservante alimentar na carcinicultura. Devido a sua toxidez, seu descarte "in natura" representa um importante passivo ambiental a ser mitigado (Atkinson *et al.*, 1993). A deposição deste resíduo sem tratamento no solo contribui para a sua salinização, e quando descartado no meio aquático compromete a fauna existente no ecossistema do entorno ao empreendimento.

4.3.2. Oportunidades de P+L.

Entendem-se como prioritárias ações no sentido de adequar o padrão dos efluentes deste sistema produtivo, não apenas à legislação vigente, mas também aos ditames da responsabilidade corporativa, inserindo-os nos princípios da P+L.

O descarte do conteúdo do viveiro, caracterizado pela baixa toxicidade e elevada carga orgânica, pode ser operacionalizado através de tratamento em lagoas de decantação, com o objetivo da redução de sólidos dissolvidos, possibilitando o seu reuso.

O efluente da despesca, caracterizado pela concentração significativa de metabissulfito de sódio e contaminante de reconhecida toxidez, tem baixo volume, o que possibilita um tratamento específico para sua eliminação.

Sugere-se para sua eliminação um sistema de remediação físico-química, com o objetivo de oxidar os sulfitos a sulfato de sódio, produto inócuo em termos ambientais.

5. Resultados e Discussão

Os resultados a seguir dispostos referem-se aplicação do protocolo proposto neste trabalho, estudo de caso implementado no período compreendido entre abril e setembro de 2007. Neste período acompanhou-se 36 "beatches", apresentando-se a Tabela 1, a seguir disposta a consolidação da média dos seus resultados.

Tabela 1: Resultados do processo investigativo.

Item	Unidade	Custo (US\$)	Consumo original	Consumo após aplicação da metodologia	% redução	Economia por "beach" (US\$)	
Água	m ³	0,00	15.000,00	12.450,00	17,00	0,00	
Calcáreo	Kg	0,08	1.250,00	1.000,00	20,00	18,84	
Energia elétrica	Kw	33,41	37,30	30,96	17,00	211,85	
Farelo	Kg	2,11	150,00	110,00	26,67	84,27	
Fertilizante químico	Kg	0,46	60,00	50,00	16,67	4,61	
Metabissulfito de sódio	Kg	12,42	100,00	80,00	20,00	248,40	
Ração	Kg	3,60	4.500,00	4.150,00	7,78	1.260,00	
Virucida	Kg	365,40	5,00	4,80	4,00	73,08	
						Economia por "beach"	1.901,05
						Economia total no período analisado	68.437,68

Com base nos resultados dispostos na Tabela 1, anteriormente disposta, afirma-se:

- O controle dos insumos alimentares propiciou uma economia substancial no aporte de alimentos administrados no viveiro. Projeta-se uma economia adicional para os meses mais frios, onde a taxa metabólica dos animais se reduz de forma evidente;
- Em relação a dosagem de metabissulfito de sódio, observou-se uma redução de 20% na administração do produto, obtida apenas pelo controle gerencial dos banhos de reforço;
- Os demais insumos empregados no processo produtivo apresentaram reduções significativas, consolidando o conceito de redução do insumo na fonte, pressuposto básico da adoção desta metodologia;
- Exemplifica-se a afirmação anterior pela adoção do sistema de arraçoamento em bandejas substituindo o sistema tradicional por voleio, método alinhado com os princípios de P+L;
- Em face ao fato de que a água, insumo de utilização em maior quantidade ser captado diretamente da bacia fluvio-estuarina, não foi apropriada de forma direta o seu valor financeiro, que pode ser inferido via custo da energia elétrica, principal fonte de consumo, pelo processo de bombeamento.

6. Conclusão

Após a implementação do presente trabalho, ressaltam-se as seguintes conclusões oriundas do processo de investigação:

- Conforme preconizado nos princípios da P+L as soluções para as não conformidades propostas são simples, comumente demandando baixo custo e soluções tecnológicas simples para a sua implementação;
- Como as soluções a serem adotadas demandam um apurado controle gerencial, a estrutura de recursos humanos da empresa necessita de treinamento formativo, objetivando disseminar o programa na organização, além de oportunizar a criação de um ambiente coeso e motivado para implantação deste modelo de gerenciamento ambiental na empresa;
- A suspensão do arraçoamento nos dias imediatamente anteriores a realização do processo de despesca, possibilita a redução de carga orgânica do efluente do viveiro, facilitando o seu tratamento posterior em lagoa de decantação. Este fato representa além de uma racionalização de custos produtivos uma alternativa alinhada com os princípios da P+L, possibilitando o seu reuso;
- O metabissulfito utilizado no processo de despesca do camarão por seu importante passivo ambiental justifica a adoção de um sistema de remediação físico-química, conforme proposto pelo trabalho;
- A sistematização de um método de atenuação da concentração deste contaminante poderá evoluir para a sua adoção como um mecanismo qualificador para o licenciamento ambiental desta atividade agropecuária.

Referências

- ALBUQUERQUE, L.F. 2005. *Estudo da oxidação do metabissulfito de sódio contido no efluente da carcinicultura*. Natal, RN. Dissertação de mestrado. UFRN, 85 p.
- ANJOS DOS SANTOS, C.H.; LOURENÇO, J.A.; BRAGA NETO, F.H.F.; COSTA, O.R.; IGARASHI, M.A. 2007. *Características dos ecossistemas estuarinos Brasileiros e as atividades antrópicas*. Acessado em 5/11/2007, disponível em: http://www.prex.ufc.br/formularios/Meio_Ambiente_2006/ECOSSISTEMAS%20ESTUARINOS%20BRASILEIROS.pdf. 10p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO - ABCC. 2007. *Estatísticas nacionais*. Acessado em: 28/8/2007, disponível em: <http://www.abccam.com.br>.
- ATKINSON, D.A.; SIM, T.C.; GRANT, J.A. 1993. Sodium metabisulfite and SO₂ release: an under recognized hazard among shrimp fishermen. *Annals of Allergy*, **71**:563-566.
- BERKEL, R. Van. F. 1995. *Fostering Cleaner Production in Developing Countries: Example Results and Experiences from India and China*. [s/e], University of Amsterdam, Qualitymark Ed., (mimeo).

- CHRISTIE, I.; ROLFE, H; LEGARD, R. 1995. *Cleaner Production in Industry: Integrating business goals and environmental management*. Londres, PSI-Policy Studies Institute, 267 p.
- FIGUEIREDO, M.C.B.; ARAÚJO, L.F.P.; GOMES, R.B. 2005. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. *Engenharia Sanitária Ambiental*, **10**(6):167-174.
- INSTITUTO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. 2005. *Subsídios para a elaboração de norma do ZEE dos estuários do Rio Grande do Norte*. Acessado em 16/04/2005, disponível em: http://www.mp.rn.gov.br/caops/caopma/zee/ZEE_estuarios.pdf.
- ILES, A. 2007. Making the seafood industry more sustainable: creating production chain transparency and accountability. *Journal of Cleaner Production*, **15**(6):577-589.
- JEGATHEESAN, V.; ZENG, C.; SHU, L.; MANICOM, C.; STEICKE, C. 2007. Technological advances in aquaculture farms for minimal effluent discharge to oceans. *Journal of Cleaner Production*, **15**(16):1535-1544.
- LEMO, A.D.C.; NASCIMENTO, L.F. 1998. *Cleaner Technologies and the Competitiveness*. In: 7th International conference on management of technology, Orlando, 1998. *Anais...* Orlando, IAMOT, 1998, p. 101-110.
- LUKEN, R.A.; NAVRATIL, J. 2004. A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centers. *Journal of Cleaner Production*, **12**(3):195-205.
- MÁXIME, M.; MARCOTTE, M.; ARCAND, Y. 2006. Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. *Journal of Cleaner Production*, **14**(6-7):636-648.
- NEW, M.B.; SINGHOLKA, S. 1982. *Freshwater prawn farming: A manual for the culture of Macrobrachium rosenbergii*. Roma, FAO Fishery Technical Paper, 225, 116 p.
- PETERSON, E.L.; WADHWA, L.C.; HARRIS, J.A. 2001. Arrangement of aerators in an intensive shrimp growout pond having a rectangular shape. *Aquacultural Engineering*, **25**(1):51-65.
- UNITED STATES ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. 2007. *Cleaner Production Assessment in Fish Processing*. Acessado em: 17/10/ 2007, disponível em: <http://www.agrifood-forum.net/publications/guide/fishguide.zip>
- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION/ UNITED STATES ENVIRONMENT PROGRAMME - UNIDO/UNEP.1995. *Manual de avaliação de P+L*. Porto Alegre, CNTL, 42 p.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS - USP-FZEA. 2006a. *Camarões – Sistema de cultivo*. Acessado em: 17/04/2006, disponível em: <http://www.criareplantar.com.br/aquicultura/camarao/zootecnia.php?tipoConteudo=texto&idConteudo=613>.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS - USP-FZEA. 2006b. *Camarões – Manejo alimentar*. Acessado em: 17/04/2006, disponível em: <http://www.criareplantar.com.br/aquicultura/camarao/zootecnia.php?tipoConteudo=texto&idConteudo=625>.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS - USP-FZEA. 2006c. *Camarões - Despesas*. Acessado em: 18/04/2006, disponível em: <http://www.criareplantar.com.br/aquicultura/camarao/zootecnia.php?tipoConteudo=texto&idConteudo=629>.

VALENTI, W.C. 2002. *Criação de camarões de água doce*. In: 12º Congresso de Zootecnia, Vila Real, Portugal, 2002. *Anais...*, Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, p. 229-237.

VAN WYK, B.; VAN WYK, P. 1997. *Field Guide to Trees of Southern Africa*. Cape Town, Struik Publishers, 540 p.

WAN ALWI, S.R.; MAMAN, Z.A.; SAMINGIN, M.H.; MISRAN, N. 2008. A holistic framework for design of cost-effective minimum water utilization network. *Journal of Environmental Management*, **88**(2):219-252.

Submissão: 16/11/2008
Aceite: 24/03/2008