

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA CARCINICULTURA E REDUÇÃO DE LANÇAMENTOS DE RESÍDUOS

Cleveland Maximino Jones¹; José Diamantino de Almeida Dourado².

¹BA em Economia, Cornell University, Ithaca, NY, EUA

e-mail: clevelandmjones@hotmail.com

²Doutorando em Geologia, UERJ, MS em Engenharia de Produção, PUC-RJ

e-mail: jdad@uerj.br

RESUMO

Este trabalho visa apresentar um novo conceito do cultivo sustentável do camarão, centrado na produção superintensiva conjugada com o tratamento de efluentes, reduzindo os impactos ambientais dos resíduos lançados na água pelo fluxo da produção. As técnicas de produção superintensivas têm apresentado riscos de enfermidades e mortalidade em massa, causando graves prejuízos ao produtor. Mesmo quando estes riscos são superados, dependendo do volume de efluentes, aumenta a taxa de decomposição bacteriana e a desoxigenação da água, ocasionando fortes danos ao ambiente aquáticos costeiros, com relevantes prejuízos às comunidades locais. A atual legislação impede a utilização dos manguezais, quando o foco deveria ser o da sustentabilidade do ambiente, permitindo a exploração desde que garanta sua preservação limitando a poluição. A técnica apresentada, utilizando a tecnologia de bioaugmentação e a re-alocação de áreas para tratamento do efluente, permite tanto a significativa elevação da produtividade como a redução do lançamento de resíduos. A antecipação às possíveis restrições das novas legislações com relação a efluentes trará a marca do selo verde, com o aumento de produtividade e lucratividade pela redução da duração dos ciclos, aumento da densidade nos tanques, maior valor unitário da produção e maior volume de produção total.

ABSTRACT

This paper attempts to present a new concept regarding sustainable shrimpfarming activities, centered on superintensive production associated with the treatment of shrimpfarm effluents, thus reducing the environmental impacts of the effluents discharged into the sea due to production flows. Superintensive techniques have presented risks associated with disease and mass mortality, causing severe losses to producers. Even when these risks are overcome, depending on the effluent volume, bacterial decomposition can rise, as well as de-oxygenation of the water, causing severe impacts to the marine coastal environment, with significant losses to the local communities. Current legislation impedes the commercial utilization of mangroves, when its focus should be the sustainability of the ecosystem, allowing commercial exploration as long as it guarantees its preservation by limiting pollution. The techniques presented herein, using bioaugmentation along with re-allocation of areas for effluent treatment, allow higher productivity and a reduction in effluent discharge. By meeting the possible restrictions of future legislation with regards to effluents, such measures will bear the mark of a green seal, while increasing productivity by reducing cycle duration and increasing shrimp density, unit value and total production.

Palavras-Chave: bioaugmentação, carcinicultura, efluentes

1. INTRODUÇÃO

A maturidade da carcinicultura brasileira é uma realidade tanto pelo domínio do processo tecnológico de produção como pela implantação da cadeia logística de distribuição e comercialização. O atual estágio de evolução objetiva atender aos novos desafios de manutenção da liderança neste ramo de indústria. Não só pelo aumento de produtividade e ou redução de enfermidades, mas com técnicas de manejo que preservem o meio-ambiente de modo a dar sustentabilidade de longo prazo às regiões de produção, especificamente as zonas costeiras de manguezais. Um dos aspectos relevantes é a implantação de pequenos e médios empreendimentos de produção de camarão cultivado, uma importante alternativa de geração de emprego e renda na zona rural costeira do Norte e Nordeste Brasileiro. O cultivo do camarão é intensivo na

utilização de mão-de-obra - 1 emprego direto para 1 hectare explorado - como também apresenta um dos custos de investimentos mais baixos (US\$13.800) para gerar um emprego (Tabela 1).

Tabela 1- necessidade de investimento para gerar um emprego direto

Atividade	Custo em US\$
Carcinicultura	13.800
Indústria Automobilística	91.000
Indústria Química	220.000
Pecuária	100.000
Turismo	66.000

Fontes SUDENE/DAI e MIC

O redirecionamento das exigências da legislação ambiental deve considerar proporções de áreas compatíveis com a preservação dos ecossistemas que compõem os manguezais e as áreas que interligam os terrenos de “apicuns” e “salgados”. A atenção da sociedade deve ser dirigida para a manutenção dos mananciais e tratamento dos resíduos dos efluentes provenientes da cultura do camarão. A afirmação do agrônomo Hermes Benedith aborda o ponto crítico: “A entrada direta de rejeitos orgânicos na água, neste caso o resíduo dos viveiros de camarão, cria o que se chama de demanda bioquímica de oxigênio, perturbando o ciclo natural e o equilíbrio do ambiente aquático. Dependendo do volume, aumenta a taxa de decomposição bacteriana e a desoxigenação da água, ocasionando a morte de peixes e conseqüentemente do ambiente aquático.” O ganho de qualidade de uma nova legislação seria a regulamentação do sistema produtivo com o estabelecimento de critérios de descargas de efluentes de forma a garantir o mínimo impacto.

2. SOBRE OS PROBLEMAS GERADOS POR EFLUENTES DA CARCINICULTURA

Já existe uma conscientização com relação à necessidade de tratar a água com alta concentração de nutrientes, proveniente dos tanques de engorda, em diversas regiões produtoras, como Malásia e Tailândia, pois sabe-se que os efluentes da carcinicultura representam um risco de poluição e eutroficação dos recursos hídricos. A água dos tanques também pode estimular o crescimento de algumas espécies de fitoplâncton nocivas ao camarão, como *Gymnodinium*. A presença de certos tipos de plâncton e algas pode ajudar em muito na alimentação dos animais nos tanques de engorda, melhorando o índice de conversão alimentar da ração utilizada. Porém o excesso de nutrientes, provenientes da ração não aproveitada pelos animais, e dos dejetos dos próprios animais em engorda, estimula o crescimento de plâncton e algas em geral, como *Spirulina* sp. Estes organismos usam a fotossíntese como parte fundamental de seus processos biológicos e geram condições perigosas para a sobrevivência dos camarões se não forem controlados adequadamente, pois podem ocorrer blooms descontrolados.

A presença destes organismos representa uma fonte de oxigênio dissolvido durante o dia, decorrente da fotossíntese, mas durante a noite os processos metabólicos da grande biomassa existente consomem oxigênio. Este consumo reduz as concentrações de oxigênio dissolvido para níveis às vezes muito abaixo daqueles necessários para suportar a demanda dos camarões. Frequentemente, nestas condições, os camarões sofrem uma mortandade massiva nos períodos logo antes do amanhecer, quando os níveis de oxigênio dissolvido atingem seus patamares mínimos, às vezes próximos a zero (bem abaixo de 1 parte por milhão), devido à competição por parte das algas e plâncton presentes. Isto ocorre mesmo em tanques com aeração forçada intensiva, operada durante a noite.

Blooms de algas tóxicas, como *Microcystis* sp., e fitoplâncton, como *Gymnodinium*, podem ser favorecidos

por condições exógenas da água do mar, ou pelo excesso de nutrientes. As toxinas geradas por processos metabólicos normais destes organismos são nocivas para os camarões e outros animais, e são difíceis de controlar quimicamente. Geralmente a única forma de controle efetivo é a redução dos números destes organismos. Meios naturais, como a filtração da biomassa ou o uso de produtos biológicos, são eficazes para restabelecer níveis adequados de equilíbrio da biota. Produtos à base de cobre, ou outros biocidas, são eficazes na eliminação destes organismos vivos, mas geralmente causam sua morte em massa, gerando sérios problemas aos cultivares com sua decomposição.

O excesso de matéria orgânica frequentemente gera odores desagradáveis dentro das instalações de cultivo, os quais podem atingir áreas próximas. Este excesso também pode causar a contaminação das águas litorâneas perto do ponto de descarte. O efluente consiste de pequenas partículas de matéria orgânica e de partículas inorgânicas, provenientes da erosão de solos, que podem afetar negativamente o ecossistema bentônico das áreas de descarte, podendo resultar na poluição visual da água, danos a bancos de coral e baixa balneabilidade das águas costeiras.

Enfermidades infecciosas (vírus, bactérias, parasitos, fungos, etc.), assim como algumas não-infecciosas (blooms de algas), podem ser atribuídas às condições encontradas em culturas intensivas do camarão, por exemplo, elevadas concentrações de matéria orgânica, elevadas populações de microrganismos oportunistas, dejetos dos animais, baixos níveis de oxigênio dissolvido e altos índices de amônia na água. A incidência destas enfermidades coincidiu com a tendência de cada vez alcançar maiores densidades de animais nos tanques de engorda, gerando estresses fisiológicos, uma predisposição para o ataque por estes agentes, e uma redução das defesas imunológicas contra os agentes infecciosos e tóxicos. Certos agentes infecciosos normalmente estão presentes em números que não representam riscos à saúde dos camarões, como *Leucothrix mucor*. No cultivo intensivo, porém, estes microrganismos filamentosos facilmente alcançam patamares de infestação que impedem o funcionamento de órgãos vitais dos animais, e conseqüentemente sua respiração, devido ao ataque por um número excessivo de bactérias. Diversos tipos de enfermidades também têm relação com a densidade dos animais em viveiros, pois uma alta densidade acarreta pequenos danos físicos aos animais, que frequentemente dão lugar a infecções oportunistas.

Desta forma, as condições adversas geradas pela má qualidade da água dos tanques de engorda são dificilmente controladas por meios tradicionais de tratamentos químicos, bactericidas ou filtração mecânica, e resultam no aumento de enfermidades. Nestas condições o resultado é um maior custo do tratamento da água, perdas com a mortandade dos animais e menor rendimento no crescimento.

3. O TRATAMENTO DE EFLUENTES

O tratamento de efluentes característicos da água descartada dos tanques de engorda de camarões se dá, preferivelmente, através de processos biológicos. Estes processos são pouco intensivos no uso de recursos energéticos e eficazes na remoção da carga orgânica, representada por uma alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO). As condições geralmente encontradas nas áreas de cultivo favorecem processos aeróbicos em lagoas ou tanques a céu aberto, aerados ou não.

Áreas para o tratamento dos efluentes da carcinicultura podem ser estabelecidas através da alocação de um ou mais tanques, onde possa ocorrer a sedimentação de partículas inorgânicas e a redução da matéria orgânica. Nestes tanques, mexilhões e ostras podem efetuar processos macro-biológicos de tratamento da água, pois são ótimos filtradores e eficazes na remoção de partículas suspensas, ajudando a clarificar a água.

O controle de parâmetros de saída dos tanques utilizados para o tratamento de efluentes deve ser feito sistematicamente, para garantir que a qualidade da água se enquadre dentro das exigências das normas e leis que venham a regulamentar a descarga destes efluentes. Dada a crescente conscientização e preocupação com os efeitos da poluição causada pelos efluentes, imagina-se que estes parâmetros serão definidos com mais rigor em futuras legislações e normas pertinentes.

O modelo de tratamento de efluentes deve ser dimensionado e controlado de acordo com os parâmetros de qualidade final, futuramente definidos para os resíduos. Uma retro-alimentação do controle do sistema de tratamento com os dados do monitoramento de efluentes atenderia às necessidades de ajustar os índices aos requisitos legais. Em prazos mais longos, o modelo poderia considerar a alocação de uma área de tratamento variável para cumprir estes requisitos. No curto prazo, alguns processos de tratamento podem ser facilmente modificados, tais como a aeração ou a adição de produtos biotecnológicos.

Um modelo do sistema de alocação de tanques dos viveiros para o tratamento de efluentes envolve um processo inicialmente guiado por considerações técnicas para alcançar um tempo estimado de retenção do efluente, que possa proporcionar a redução desejada da carga poluente. Posteriormente, ajustes menores poderiam ser efetuados, re-allocando tanques para obter uma combinação de área e volume suficiente para alcançar as metas de tratamento no modelo proposto (Fig. 1).

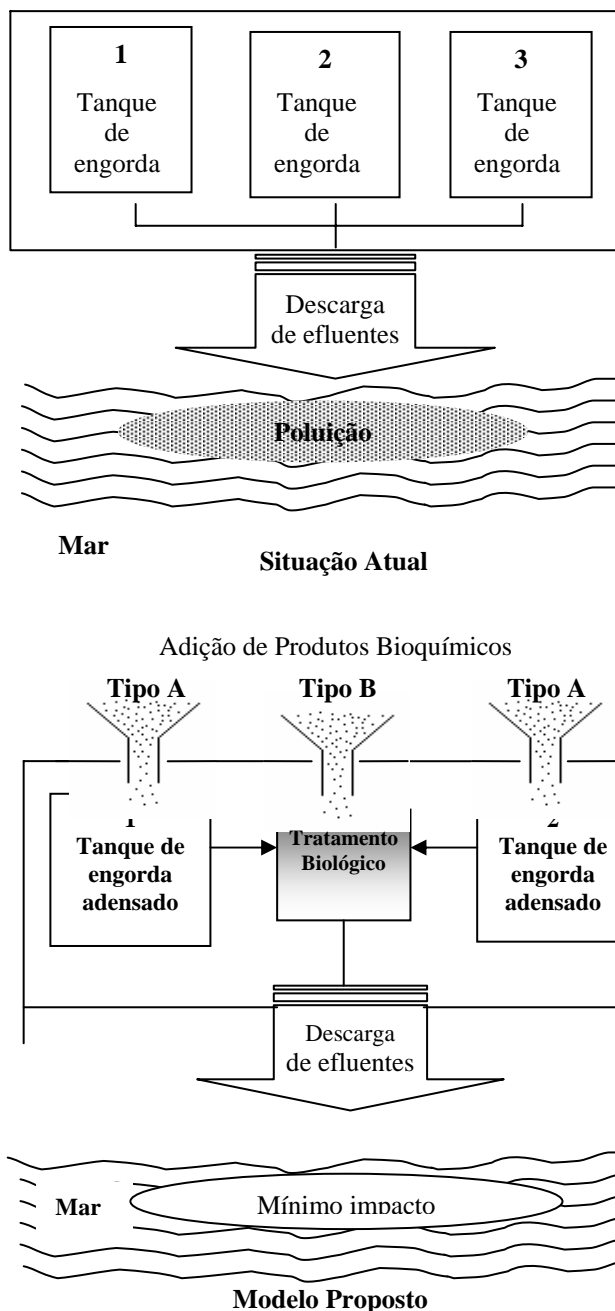


Figura 1 Re-alocação de tanques para o tratamento de efluentes

No modelo em tela, para o tratamento de efluentes consideram-se apenas medidas que não envolvem soluções com alto índice de tecnologia ou elevados custos adicionais. Instalações (tanques e lagoas dos viveiros) e equipamentos existentes (bombas, aeradores, etc.) serão utilizados para obter um tempo mínimo de retenção do efluente, suficiente para alcançar a redução necessária dos parâmetros controlados de material orgânico. A adição de produtos biotecnológicos é uma medida adicional para otimizar o desempenho destas instalações e equipamentos, para fins de tratamento de efluentes.

Uma primeira aproximação para a re-alocação de tanques de viveiros para o tratamento de efluentes deve ser de pelo menos 10% da área produtiva. Desta forma,

dependendo do fluxo médio de água nos demais tanques, é possível obter tempos de retenção de efluentes da ordem de dias, suficientes para permitir que processos biológicos efetuem uma significativa redução dos níveis de DBO, nas condições típicas encontradas em cada local. Estes prazos também são geralmente suficientes para produzir uma significativa clarificação da água (redução de sólidos em suspensão), um dos benefícios associados ao tratamento biológico dos efluentes.

Para estes fins, é possível utilizar instalações que não estejam adequadas para fins produtivos, por problemas ou deficiências operacionais ou de equipamentos, ou até mesmo por causa de uma contaminação biológica indesejável. Tanques que sofreram infestações, e que normalmente seriam retirados da linha de produção, ainda podem servir para fins de tratamento de efluentes, já que não afetariam a produção, e procedimentos normais geralmente incluem a lavagem destes tanques, com o efluente sendo dirigido para o descarte no mar. Estes tanques também podem ser utilizados para a criação de peixes, ao mesmo tempo em que estão servindo como sistemas de tratamento de efluentes, pois diversas espécies, como *Tilápia*, *Chanos*, sp. e *Mugil* sp., se adaptam nestas condições, em densidades de população relativamente baixas, mas ainda com algum valor comercial. Esta re-alocação de tanques, portanto, não representa, na prática, um ônus elevado para empreendimentos comercialmente viáveis.

4. O TRATAMENTO DA AGUA DOS TANQUES DE ENGORDA

Nos tanques de engorda, a inoculação com culturas microbianas comercialmente disponíveis induz a biodegradação do excesso da matéria orgânica por microrganismos especialmente selecionados, reduzindo a DBO da água dos tanques e proporcionando condições para o aumento do oxigênio dissolvido. À medida que estes produtos biológicos estabelecem um novo equilíbrio desejável de populações microbianas, eles inibem o crescimento de microrganismos nocivos ou indesejáveis, como *Vibrio*, certos tipos de vírus, bactérias, fungos, parasitos, etc. A competição destes organismos por recursos como nutrientes dissolvidos, também ajuda a impedir blooms nocivos de algas.

A filtração da água ou a coleta com peneiras ou outros implementos, dos organismos maiores ou bio-flocos, para atingir e manter o equilíbrio biológico, são geralmente trabalhosos e pouco eficazes, dada a rapidez com que este pode ser desestabilizado. O uso de produtos biológicos contribui para a manutenção da biota saudável através da inoculação com culturas microbianas especialmente desenvolvidas para competir favoravelmente nestes ambientes. Estes produtos também estão isentos dos problemas associados ao uso de biocidas e outros agentes potencialmente nocivos aos camarões.

Culturas microbianas especialmente desenvolvidas para aplicação na carcinicultura também são eficazes na redução dos níveis de amônia e nitrito na água. Os camarões, como muitos outros animais, são altamente suscetíveis a níveis de amônia de apenas frações de

partes por milhão. Concentrações elevadas podem causar mortalidade, mas mesmo concentrações de 0,1 ppm podem afetar o estímulo fisiológico para a alimentação, impedindo a engorda e causando prejuízos consideráveis. A redução da toxicidade devido ao controle dos níveis de amônia e nitrito é, portanto, muito importante para melhorar a conversão alimentar e reduzir a duração dos ciclos de produção.

O grande benefício do uso da bioaumentação para tratar a água dos tanques de engorda é que a água tratada apresenta melhores condições sanitárias para os animais, protegendo sua saúde, permitindo uma alimentação plena e impedindo que os estresses fisiológicos comprometam sua saúde e desenvolvimento, mesmo nos sistemas de cultivo intensivo.

O aumento da produtividade na engorda, com o uso de produtos biotecnológicos, tem sido da ordem de 5-10%, mostrando alto retorno financeiro, especialmente nos sistemas de cultivo mais intensivos. Na Malásia, o uso destes produtos biotecnológicos, mesmo em cultivos com uma produtividade relativamente baixa (aproximadamente 2ton/ha), gerou um retorno adicional de US\$660/ha/ciclo para cada US\$200/ha/ciclo de custo de produto aplicado. Para cultivos mais intensivos o retorno financeiro seria ainda maior, dado que o investimento em produtos bioquímicos é aproximadamente fixo, enquanto o aumento da produtividade apresenta um maior gradiente, gerando retornos estimados de até US\$1,500/ha/ciclo.

A implantação do adensamento nos tanques deve ser gradual, sendo que no primeiro ciclo o produtor deve apenas re-alocar os tanques para tratamento dos efluentes, estabelecendo os parâmetros de descarga com mínimo impacto. Em cada novo ciclo maiores taxas de adensamento podem ser alcançadas com o acúmulo da experiência deste processo iterativo. Na Malásia os maiores incrementos de produtividade foram observados a partir do terceiro ciclo.

5. CONCLUSAO

A carcinicultura tem gerado importantes benefícios econômicos e sociais, e deve continuar sendo uma atividade cada vez mais importante para diversas comunidades costeiras. Infelizmente, esta atividade também tem causado a degradação de ambientes marinhos e costeiros, e isto representa um risco potencial para sua sustentabilidade no futuro. Para preservar essa indústria, a legislação pertinente aos efluentes deve apresentar requisitos similares aos de outros processos industriais, tais como plantas petroquímicas, mineração, destilarias de álcool, e suinoculturas.

A prevenção de doenças dos camarões é mais eficaz no controle de seus efeitos do que medidas paliativas. Da mesma forma, a manutenção das condições favoráveis ao seu desenvolvimento fisiológico é mais eficaz do que medidas de controle de eventuais desequilíbrios químicos e biológicos da água dos tanques de engorda.

Os produtos biotecnológicos recentemente disponíveis representam uma ferramenta com potencial para enfrentar os problemas químicos e biológicos que afetam a produtividade em empreendimentos de carcinicultura,

assim como para fazer frente aos desafios impostos por novas legislações que devem surgir, para atender as preocupações com relação ao efeito dos efluentes destas instalações. A biotecnologia pode compensar os efeitos de uma legislação mais restritiva (Fig. 2).

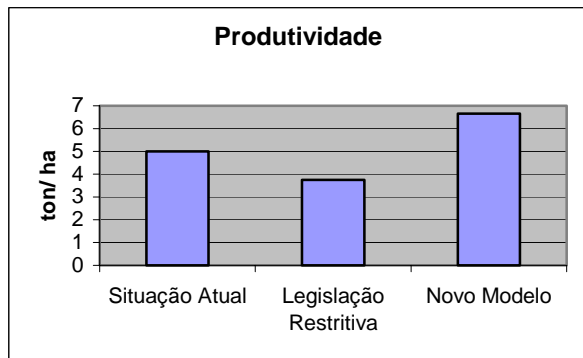


Figura 2 Biotecnologia versus legislação restritiva

A produção com base em modelos ambientalmente sustentáveis, onde o tratamento dos efluentes é uma parte integral do processo de produção, permite imaginar que conceitos de mercado, como o selo verde para a produção derivada destes processos, possam trazer valor agregado para estes produtores. O conceito de valor diferenciado para produtos de procedência ambientalmente correta já está consagrado, especialmente nos mercados consumidores, como a Europa e os EUA.

Desta forma, a carcinicultura continuará a assumir um peso ainda mais importante na economia brasileira, ao mesmo tempo em que práticas ambientalmente corretas darão sustentabilidade, ampliando oportunidades econômicas para comunidades locais e minimizando os impactos negativos ao meio ambiente. A proposta de avanço tecnológico na produtividade e na gestão ambiental reduzirá as pressões de conversão desenfreada de áreas de preservação, garantindo uma sustentabilidade econômica, ambiental e social.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Tan Chee Hong, da Hydroventure S/B, Malásia, pela sua contribuição de dados, material bibliográfico e autorização de divulgação; a Aiana Romar Lopes pela sua colaboração na editoração do presente trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- E. A. ARAGON-NORIEGA, L. E. CALDERON-ALQUILERA (1997). Feasibility of intensive shrimp culture in Sanaloa, México, World Aquaculture.
- H. BENEDITH, mestrando em Agroecossistema da UFSC, "Cultivo de camarão cresce no Sul do Estado", A Notícia, 20 de Janeiro de 2002.
- P. GUERRA (2002). Carcinicultura: Cultivo do camarão marinho é opção de exploração econômica. Revista Gleba, Ano 47, Nr. 183., p12.
- E. P. MAIA, A. S. BOLOGNA, M. L. ARAGÃO, A. OLIVEIRA. Estudo preliminar sobre o cultivo super-intensivo de *Litopenaeus vannamei*, M.C.R. Aquacultura Ltda.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2002). Cadeia Produtiva do Camarão Marinho.

- I. P. ROCHA, E. P. MAIA (1998). Desenvolvimento tecnológico e perspectivas de crescimento da carcinicultura marinha brasileira. Anais da Aqüicultura Brasil '98, Recife, v.1.
- I. P. ROCHA. Agronegócio do Camarão Cultivado - Uma nova ordem econômica-social para o litoral nordestino. M.C.R. Aquacultura Ltda.
- M. ROCZANSKI, S. W. COSTA, M. G. BOLL, F. M. OLIVEIRA NETO (2000). A evolução da aqüicultura no estado de Santa Catarina - Brasil.
- J. C. S. SALES (2002). GIS para a gestão e fomento à carcinicultura marinha no Estado da Bahia, InfoGeo, Março/2002.
- W. YIN-GENG, H. M. DAUD, M. SHARIFF (1997). Management of Shrimp Diseases in Malaya.