



Dinâmica socioambiental da piscicultura de água doce em tanques rede como alternativa de produção local em ambientes Amazônicos

Socio-environmental dynamic of fish farming in network tanks in fresh water as alternative income for local production in Amazonia environments

Sylvia de Moura Arêas¹, Thales Cunha Trindade², Aline Maria Meiguins de Lima^{3*},
Quêzia Leandro de Moura⁴, José Bruno Araújo de Almeida⁵

Resumo - A atividade de piscicultura em tanque rede pode ser considerada como uma alternativa de renda às comunidades pescadoras amazônicas durante o período de defeso, evitando os problemas que a pressão da pesca tem exercido sobre os estoques naturais. Tal prática demanda maiores investigações quanto aos seus impactos nos corpos hídricos. A região Amazônica é composta por uma vasta rede de bacias hidrográficas que diferem-se quanto as características hidrológicas respondendo de forma diferenciada as intervenções sofridas. A identificação, caracterização e análise das alterações positivas e negativas, que podem ser geradas pela a atividade de piscicultura em tanque rede são objetos deste trabalho, que visa contribuir para o melhor emprego da técnica e mitigar a geração de passivos ambientais. A redução dos passivos da atividade possibilitaria um investimento maior no setor por parte do poder público e seu reconhecimento como uma atividade sustentável. A metodologia empregada constou do levantamento de informações primárias e secundárias, organizadas e analisadas segundo o método de matriz estrutural de impactos. Os resultados obtidos demonstraram o grande potencial regional e de melhoria de qualidade de vida para as comunidades que desenvolvem a atividade, no entanto, seu exercício sem a aplicação de boas práticas de manejo pode ocasionar alterações significativas na qualidade das águas que podem afetar o equilíbrio dos ecossistemas de entorno.

Palavras-chave - Piscicultura. Passivos ambientais. Manejo.

Abstract - The high acidity of tropical soils can affect the development of agronomic species, making liming a necessary practice. However, crops show different responses to lime application. This work aimed to evaluate the effect of different doses of lime on growth and nutrient accumulation in the shoots of habanero peppers (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivated on a typical Dystrophic Yellow Latosol, clayey soil, in a greenhouse. The experimental design was completely randomized, with six doses of lime (0; 250; 500; 750; 1500; 2000 kg ha⁻¹), four replications, and three plants per replication. Sixty days after transplanting, height, diameter, shoot dry matter, root dry matter, content, and nutritional efficiency of N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe and Mn were evaluated. It was observed that the addition of increasing doses of lime led to linear gains in the biological characteristics of habanero pepper, mainly in dry matter production. Furthermore, higher concentrations of nutrients in shoot dry matter were found in treatments that received higher doses of amendment, except the Fe.

Key words - Fish farming. Environmental liabilities. Management.

* Autor para correspondência

Enviado para publicação em 10/12/2013 e aprovado em 07/08/2014

¹Centro Universitário do Estado do Pará, sylvia_areas@hotmail.com

²Centro Universitário do Estado do Pará, thalles_tri@hotmail.com

³Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, alinemeiguins@gmail.com

⁴Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, queziamoura@hotmail.com

⁵Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, jbruno@ufpa.br

Introdução

A piscicultura é uma atividade de grande importância desde os tempos antigos (RESENDE, 2009), conhecida hoje em vários países, é utilizada para a produção de peixes em cativeiro. As espécies nativas cultivadas variam de acordo com a região e são importantes para a produção local. No Brasil, a piscicultura apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades de criação, devido à riqueza de recursos hídricos encontrada na maioria dos Estados. Esta vem se expandindo cada vez mais economicamente, produzindo mais de um milhão de toneladas de pescado ao ano, ocupando 800 mil profissionais e gerando milhões de empregos diretos e indiretos (BRASIL, 2008).

Na Região Amazônica a pesca é extremamente extrativista, condicionada pelo nível das águas, levando a superprodução em determinados períodos e escassez em outros, o que influencia no preço final pago pelo consumidor, portanto, a aquicultura vem se desenvolvendo, visando suprir essa demanda de mercado para algumas categorias de peixes (COSTA *et al.*, 2010; DINIZ *et al.*, 2010). Seu emprego como alternativa a pesca tradicional reduziria os conflitos durante os períodos de defeso e possibilitaria uma estabilidade ao longo do ano (SANTOS; SANTOS, 2005).

Apesar das possibilidades de utilização do recurso pesqueiro, o observado é que este não tem se traduzido em uma resposta econômica favorável as populações que vivem deste (FAO, 2012), os motivos associados isto são diversos, desde problemas internos de arranjos produtivos e de infraestrutura até as limitações naturais de oferta do pescado.

A piscicultura pode ser considerada uma alternativa a pesca tradicional, porém, para que seu emprego se torne sustentável pelas populações tradicionais, devem ser dotadas de técnicas eficazes de gestão dos recursos locais (GARCEZ; SÁNCHEZ-BOTERO, 2006; CHAVES *et al.*, 2008).

O uso intensivo de cultivo em tanque rede emprega um considerável volume de insumos alimentares para a produção de peixes em altas densidades em uma área reduzida, com o conseqüente lançamento de restos de alimentos, fezes e excretas diretamente no ambiente (COSTA *et al.*, 2009), este despejo é fonte potencial de impacto ambiental (MALLASEN *et al.*, 2012).

Logo, o desenvolvimento das práticas de piscicultura tem o desafio de tornarem-se instrumentos de relação sustentável entre produtores locais e o ambiente na qual ela está inserida. A grande interação dos povos Amazônicos com os sistemas hídricos torna essa relação muito próxima, em destaque o Estado do Pará, que

representa o baixo curso e foz da bacia Amazônica; onde a piscicultura é propícia devido à grande variedade de ambientes aquáticos encontrados (CAVERO, 2003; RESENDE, 2009), sendo considerada um importante agronegócio da atualidade, capaz de fornecer alimentos de valor nutritivo em curto prazo e com preço acessível.

Visando ampliar esta discussão, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a existência de interferências causadas pelo desenvolvimento da piscicultura em tanque rede em ambiente fluvial, identificando as formas de funcionamento da atividade, suas implicações ambientais para a qualidade de água e valor social agregado; propondo alternativas de controle que possam ser exercidas pelas comunidades e produtores locais.

Material e métodos

O trabalho foi composto por três fases: Primeira - base teórica; Segunda - pesquisa de campo; e Terceira - análise do conjunto de variáveis adotadas. As informações primárias foram extraídas a partir de atividades de campo em empreendimentos onde se desenvolve a piscicultura em tanque rede localizada na região nordeste do Estado do Pará (Figura 1).

A análise descritiva do ambiente foi realizada por meio de uma listagem de verificação que procurou identificar variáveis que caracterizam o meio onde ocorre a atividade e as alterações existentes. O procedimento focou: os aspectos locacionais (identificação da área onde está implantado o projeto); a infra estrutura física do projeto (rio, barragem, lago); as características do ambiente fluvial (identificação do curso d'água, elementos indicativos da qualidade das águas, ocorrência de processos erosivos e deposicionais); características da mata ciliar; e intervenções antrópicas existentes.

Na análise das interferências ambientais da atividade foi empregado o uso da matriz de avaliação de impactos embasada nos métodos descritos por Rodrigues *et al.* (2003), Bhatt e Khanal (2010) e Bădin *et al.* (2012). Os critérios de valoração empregados estão descritos nas Tabelas 1 e 2.

Aplicando-se uma análise de média ponderada (eq. 01), os níveis de impacto foram reclassificados em Alto (igual a 1 a maior ou igual a 0,8); Médio (menor que 0,8 e maior ou igual a 0,6); e Baixo (menor que 0,6). Sendo atribuída uma valoração diferenciada para as intervenções geradas pela atividade identificadas como positivas (Fator de Impacto favorável a atividade) ou negativas (Fator de Impacto não favorável a atividade) (Tabela 3).

$$FI = \frac{\text{var}_i * p_i}{p_i} \quad \text{eq. 01}$$

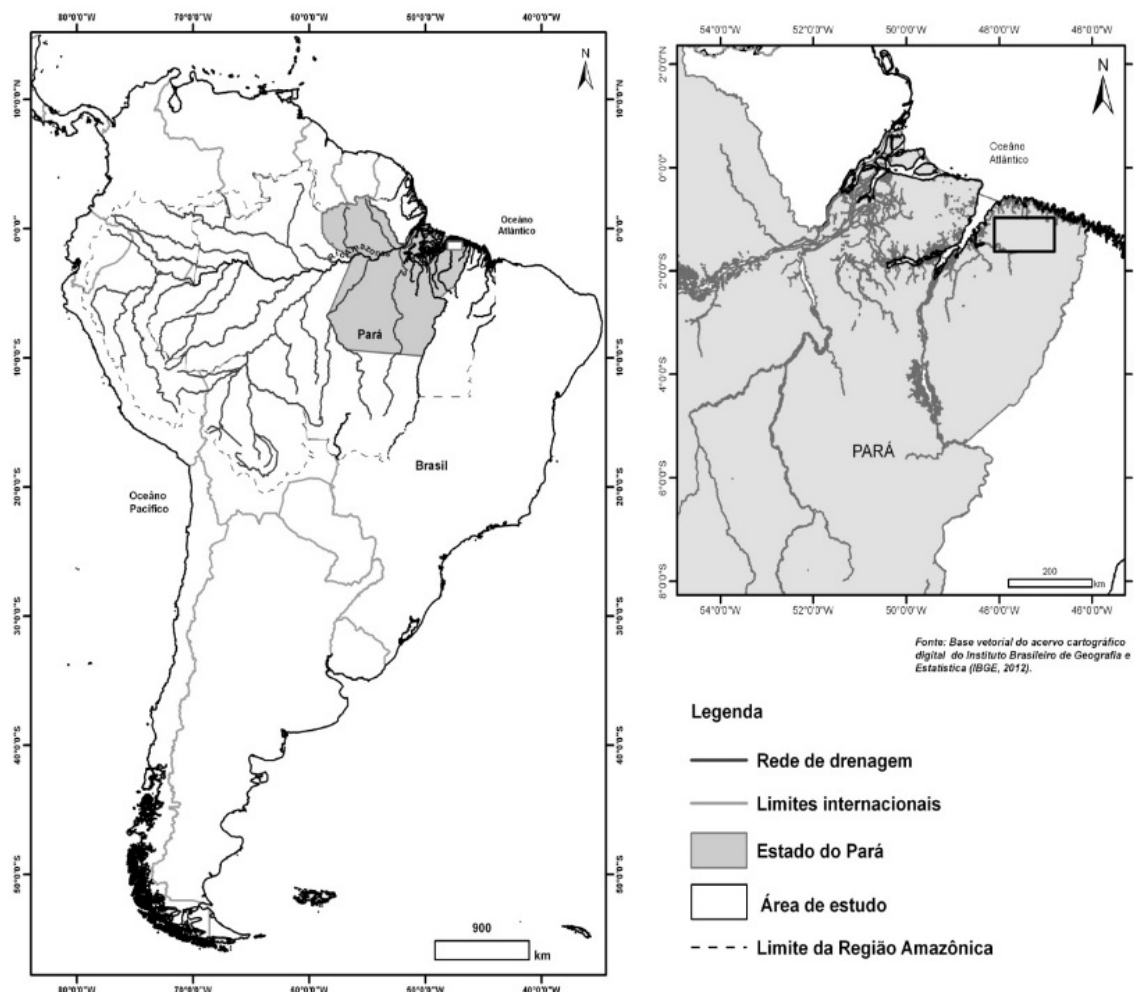


Figura 1 - Mapa indicando a localização da área de estudo: região nordeste do estado do Estado do Pará, que compõe o baixo curso e foz do rio Amazonas.

Figure 1 - Study area located in the northeastern region of the state of Pará in the mouth of the Amazon River.

Tabela 1 - Características dos níveis de impacto atribuídos na avaliação das variáveis ambientais.

Table 1 - Characteristics of impact levels assigned in the evaluation of the environmental variables

Nível de impacto	Descrição
Baixo	Não altera de forma quantitativa e/ou qualitativa o ambiente de estudo, ou o efeito não é percebido.
Moderado	Interfere de forma quantitativa e/ou qualitativa no ambiente de estudo, o efeito é percebido, porém suas consequências não interferem na sua estrutura e funcionamento.
Alto	Altera de forma quantitativa e/ou qualitativa o ambiente de estudo em sua estrutura e funcionamento.

Tabela 2 - Significado das variáveis ponderadas**Table 2** - Meaning of the variables considered

Categorias		Descritivo
Estágio	Real	Indica os impactos que o empreendimento causa em decorrência direta de sua implantação, representa o custo ambiental da atividade.
	Potencial	Indica os impactos que o empreendimento, conforme planejado poderá causar, de forma potencial considerando os fatores externos que podem ou não ser controlados; irão receber um peso superior por admitir-se uma tendência espontânea associada ao não gerenciamento do processo.
Modo	Direto	Age sobre a área diretamente afetada.
	Direto/ Indireto	Abrange a área de influência direta e indireta, desta forma, pode ter um maior significado pela possibilidade de ter atuação muito mais ampla que o local onde foi implantada a atividade, no caso específico são considerados a bacia hidrográfica, para as variáveis biofísicas, e o município, para as socioeconômicas.
Intensidade	Baixa	Impacto pouco mensurável ou pouco provável de ocorrer, não havendo consequências relevantes ao meio ambiente.
	Média	Pode alterar de forma quantitativa e/ou qualitativa o ambiente de estudo em sua estrutura e funcionamento.
	Alta	Impacto que altera profundamente a estrutura e a característica do ambiente de estudo.
Duração	Temporária	Alteração de caráter provisório, mesmo com a atividade em andamento.
	Permanente	Alteração que tende a persistir no meio, com a consolidação da atividade ao longo do tempo, permitindo identificar seus efeitos mesmo após o encerramento da mesma.

Tabela 3 - Matriz de impacto adotada e nível de impacto correspondente segundo seu fator de impacto (FI)**Table 3** - Matrix Impact adopted and corresponding level of impact according to their impact factor (IF).

Impactos negativos ou positivos / Pesos atribuídos	Estágio		Modo		Intensidade			Duração		FI (0-1)	Nível de impacto		
	Real	Potencial	Direto/ Indireto	Direto	Baixa	Média	Alta	Temporária	Permanente		Alto	Médio	Baixo
	1	3	1	3	1	2	3	1	3		$1 \geq FI \geq 0,8$	$0,8 > FI \geq 0,6$	$FI < 0,6$
Aspectos da atividade de piscicultura em tanque rede													
Aspectos bióticos													
Aspectos físicos													

Onde: FI equivale a um fator de impacto; var_i representa as categorias de estágio, modo, intensidade e duração; e p_i o peso atribuído individualmente por categoria.

Os dados obtidos pela avaliação ambiental realizada e os fornecidos pela literatura construíram a base para proposição de ações de controle, compensação e redução dos impactos decorrentes da atividade de piscicultura em tanque rede.

Resultados e discussão

A piscicultura vem sendo testada na Amazônia de diferentes maneiras: represamento de nascentes, fechamento de trechos de igarapés, gaiolas flutuantes e até repovoamento de lagos e lagoas (SANTOS; SANTOS, 2005). O emprego de tanques rede tem sido realizado no Estado do Pará em dois principais regimes hídricos: lagos (naturais ou formados por barramentos de cursos d'água) e sistemas fluviais (rios).

Em termos de lagos destaca-se a criação de áreas específicas como o Parque Aquícola de Tucuruí (Município de Tucuruí/Pará); trata-se do terceiro parque em reservatório do Brasil, com capacidade para 20 mil tanques rede, cada um com produtividade de uma tonelada de peixes em média (BRASIL, 2008). Nas demais situações são priorizadas as águas superficiais de rios, que podem ser parcialmente barrados para ampliar a lâmina de água (área inundada) para implantação da atividade.

As espécies que receberam maior destaque na literatura e nas pesquisas de campo em termos de cultivo em tanques rede no Estado do Pará foram o Pirarucu *Arapaima gigas* e o Matixã *Brycon amazonicus*; sendo essas espécies consideradas promissoras devido a suportarem altas taxas de estocagem no espaço consideravelmente pequeno dos tanques rede, por não demonstrarem hierarquismo (BRANDÃO *et al.*, 2005).

Outras espécies citadas para o emprego da piscicultura em tanques rede no Estado do Pará foram: o Tambaqui *Colossoma macropomum*, Curimatã *Prochilodus* spp., Pirapitinga *Piaractus brachipomus*, Tamuatã *Hoplosternum littorale*, além de híbridos como o Tambacu (originário do cruzamento da fêmea de tambaqui, com o macho do Pacu *Piaractus mesopotamicus*).

Considerando os aspectos de produção destas espécies observou-se durante a pesquisa a necessidade de investimentos em biossegurança, infra-estrutura física e humana; fatores estes, que afetam os ambientes onde estão alocados os cultivos e ameaçam a sustentabilidade da atividade, tida como uma alternativa rentável e de

baixo impacto a ser implantada em ambientes fluviais amazônicos.

Logo, os sistemas fluviais de águas doces, principais locais propícios ao desenvolvimento da atividade de piscicultura na Região Amazônica, são considerados como ambientes vulneráveis aos potenciais impactos desta atividade, principalmente em decorrência da produção de resíduos poluentes, que muitas vezes são lançados diretamente nos corpos d'água naturais. Estes são formados em sua grande parte por alimentos para peixes não consumidos, material fecal e outros resíduos de excreção (SIMÕES *et al.*, 2007).

Efeito local dos nutrientes e alteração de parâmetros físico químicos da água:

No entendimento das variações de qualidade das águas impostas pelos sistemas de piscicultura em tanques rede, devem ser observados dois contextos específicos: o referente ao interior dos tanques e o externo, relativo às águas correntes. No interior dos tanques observa-se que deve haver o controle do acúmulo de nutrientes, com o monitoramento das condições de: presença de vida, temperatura, pH, alcalinidade total, gás carbônico (CO_2), amônia, nitrito e transparência da água (ROTTA; QUEIROZ, 2003; PEREIRA; MERCANTE, 2005; MALLASEN *et al.*, 2012).

A Tabela 4 apresenta valores limitrofes para a qualidade da água no interior de tanques rede, já prevendo as alterações da água em função do acúmulo de nutrientes introduzidos pela alimentação e de resíduos orgânicos gerados pelos peixes (ONO; KUBITZA, 2003; WOLFF BUENO *et al.*, 2008).

O ambiente externo aos tanques rede (rios, lagos naturais ou formados por barramentos) geralmente apresenta concentrações de oxigênio e gás carbônico próximo à saturação (SIMÕES *et al.*, 2007), sendo adequadas à vida dos peixes, exceto os casos em que haja contaminação com resíduos agrícolas (pesticidas, herbicidas), argila e silte em suspensão (devido aos processos erosivos), industriais e urbanos (domésticos e hospitalares) (RESENDE, 2009). Além disso, a composição dos parâmetros físicos e químicos, e consequentemente a qualidade da água, nestes corpos hídricos tende a variar conforme sua localidade.

Altos níveis de nutrientes podem estimular desenvolvimento excessivo de fitoplâncton e, em consequência dos efeitos deste fenômeno, gerar grandes mortandades de peixes; representando um potencial perigo a biota local e a saúde humana. Outro destaque é dado ao aumento nas concentrações de fósforo (P), nitrogênio (N) e matéria orgânica, tanto na água quanto no sedimento. O aumento nos valores de clorofila- α indica o aumento da

Tabela 4 - Valores de parâmetros de qualidade de água a serem medidos no interior dos tanques rede (TR), adequados ao bom desempenho e à saúde dos peixes.

Table 4 - Values of water quality parameters to be measured inside the tank network (TR), appropriate to the performance and health of fish

Variável	Valores adequados
Temperatura	26 a 30 °C
Oxigênio Dissolvido dentro do TR	> que 60% saturação ou > 4 mg L ⁻¹
pH	6,5 a 8,0
Alcalinidade total (AT)	> 10 mg CaCO ₃ L ⁻¹ (> 20 ideal)
Dureza total (DT)	> 10 mg CaCO ₃ L ⁻¹ (> 20 ideal)
Amônia tóxica (N-NH ₃)	< 0,20 mg L ⁻¹
Nitrito (N-NO ₂ -)	< 0,30 mg L ⁻¹
Gás carbônico (CO ₂)	< 10,0 mg L ⁻¹
Transparência (Disco de Secchi)	>1,0 metro (> 2,0 m ideal)

Fonte: ONO; KUBITZA (2003); PEREIRA; MERCANTE (2005); MALLASEN *et al.* (2012).

população fitoplanctônica proporcionado pelo acúmulo de nutrientes, notadamente o N e P (GUO; LI, 2003).

No decorrer do ano, em função das alterações de vazão de água dos tributários decorrentes do regime de precipitação nas bacias de drenagem, ocorrem modificações nos tempos de permanência e nas taxas de renovação de água em todo sistema fluvial. Na estação seca, este fato pode prejudicar a diluição dos nutrientes vindos do sistema de piscicultura em tanques rede e, conseqüentemente, a máxima biomassa sustentável dentro de uma unidade de criação pode ser diferente nas épocas de verão e inverno (MALLASEN *et al.*, 2012).

A qualidade da água do ambiente onde estão os tanques rede tem influência direta sobre a produtividade, sobre a saúde dos peixes e a qualidade ambiental (ONO; KUBITZA, 2003; WOLFF BUENO *et al.*, 2008). Por esse motivo, é fundamental elaborar um histórico sobre a qualidade da água dos locais onde se planeja instalar a produção antes de iniciá-la e durante seu desenvolvimento, pois normalmente é inviável corrigir a qualidade dos grandes corpos d'água.

Apesar da preocupação do produtor apenas com as águas do interior dos tanques, que dão sustentabilidade a produção; existe, a necessidade de observar os usos múltiplos das águas na bacia é latente, pois no diagnóstico realizado verificou-se que a mesma bacia que drenava as áreas onde os tanques encontravam-se implantados recebia efluentes diversos, oriundos do escoamento superficial em áreas urbanizadas e agrícolas. Estes representavam um agente estressor pela inserção de nutrientes “*in natura*” e outros compostos (pesticidas) nas águas.

No processo de ajuste dos padrões de qualidade aos usos da água solicitados na bacia hidrográfica é empregado

como instrumento legal o enquadramento dos corpos de água segundo suas respectivas classes de uso conforme a Resolução nº 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). No Brasil, as águas que podem ser destinadas à piscicultura devem estar enquadradas na Classe 2 ou inferior a esta.

Avaliação ambiental da atividade de piscicultura em tanque rede

A prática da piscicultura em tanques rede nos ecossistemas fluviais resulta em impactos tanto na sua área de influência direta quanto indireta. Obteve-se um total de 35 variáveis agrupadas segundo os aspectos: sociais, econômicos, funcionais da atividade de piscicultura em tanques rede, físicos e bióticos. Estas foram analisadas segundo uma matriz estrutural de impactos onde considerou-se os condicionantes de estágio, modo, intensidade e duração (Tabelas 1 e 2). As Tabelas 5 e 6 apresentam o ordenamento final obtido para as variáveis e sua hierarquização conforme a ponderação de pesos aplicada.

Do universo das variáveis consideradas negativas ao desenvolvimento da prática de piscicultura, 50% implicam em alto risco a sustentabilidade dos sistemas naturais envolvidos (associadas aos corpos hídricos onde se encontram instaladas); as demais apresentam um potencial variando de médio a baixo (Figura 2).

Os impactos positivos (nível de impacto igual 1 a maior ou igual a 0,8) foram: perspectiva de melhoria de vida, desenvolvimento local e regional, manutenção da vida aquática e redução do impacto ambiental sob os sistemas de produção; estes são considerados os efeitos de maior benefício se a atividade for realizada de forma adequada. Destaca-se que a atividade de piscicultura

Tabela 5 - Classificação e definição dos impactos positivos identificados: representam as condições de potencial favorável à manutenção dos sistemas naturais

Table 5 - Classification and definition of the identified positive impacts: represent conditions favorable to the maintenance of potential natural systems

Variáveis	Características
Aspectos Sociais	Perspectiva de melhoria de vida.
	Fixação do homem no campo.
	Produção de alimentos.
Aspectos econômicos	Nova alternativa de fonte de renda.
	Geração de emprego e renda.
	Formação da mão de obra.
	Desenvolvimento local e regional.
	Estimula transações comerciais.
Aspectos funcionais da atividade de piscicultura em tanques rede	O custo de fabricação das gaiolas é menor.
	Reduz o impacto ambiental sob os sistemas de produção.
	Aproveitamento da madeira para a produção das estruturas envolvendo a piscicultura em tanque rede.
	Difusão da tecnologia.
	Qualidade superior do alimento.
	As gaiolas podem estar isoladas ou agrupadas.
	É fácil alimentar o estoque na gaiola.
	Rápido desenvolvimento do peixe nas gaiolas.
	Despesa torna-se mais fácil.
	Alta taxa de estocagem.
Aspectos bióticos	Proteção da mata ciliar.
	Reflorestamento das margens.
	Manutenção da vida aquática.
	Conservação do estoque pesqueiro natural.
	Melhoramento genético.
	Proteção da diversidade genética.
	Manutenção do ambiente aquático.

Tabela 6 - Classificação e definição dos impactos negativos identificados: representam as condições de potencial adverso a manutenção dos sistemas naturais

Table 6 - Classification and definition of the negative impacts identified: representing the conditions of potential adverse maintenance of natural systems

Variáveis	Características
Aspectos funcionais da atividade de piscicultura em tanque rede	Geração de resíduos orgânicos.
	Risco de introdução de espécie exótica no ambiente natural.
	Risco de disseminação de organismos patogênicos.
Aspectos bióticos	Alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas.
	Inundação de áreas de várzea.
	Alterações na dinâmica populacional entre espécies diferentes.
Aspectos Físicos	Diminuição da vazão a jusante (em épocas de estiagem).
	Erosão e assoreamento.
	Formação de áreas alagadas.
	Alterações dos parâmetros de qualidade das águas.

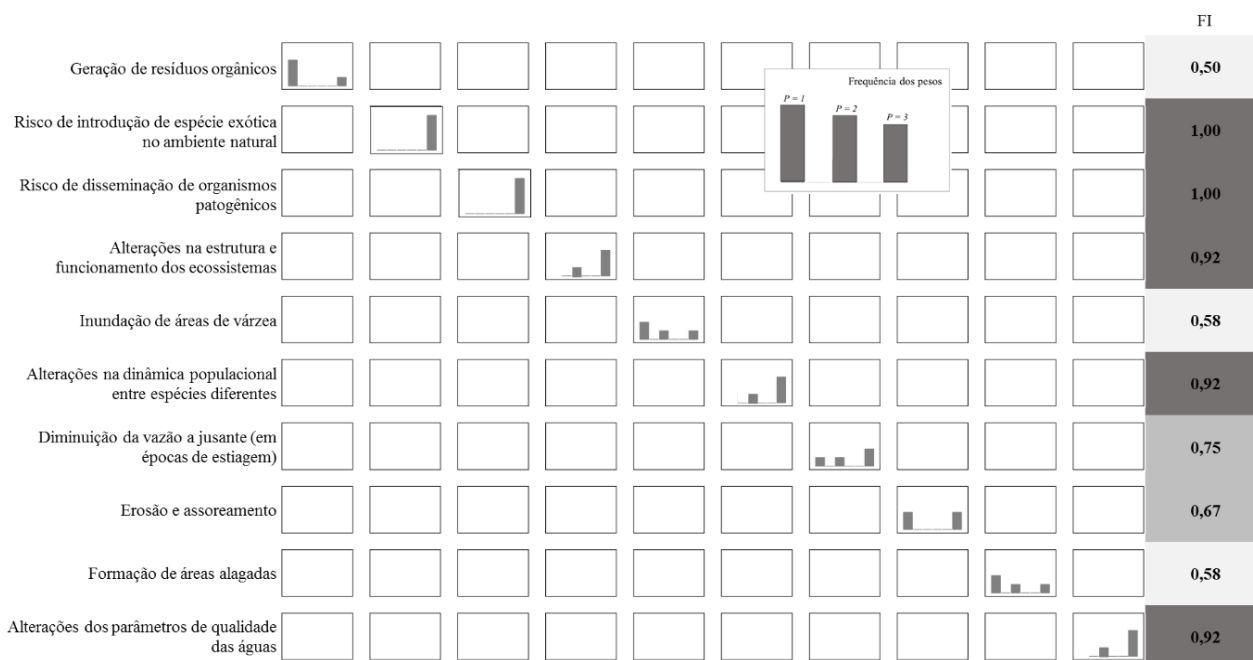


Figura 2 - Matriz de correlação com a distribuição da frequência dos pesos por categoria, considerando o fator de impacto (FI) negativo observado.

Figure 2 - Correlation matrix with the frequency distribution of weights by category, considering the negative impact factor (IF) observed.

em tanque rede é considerada uma alternativa à pesca convencional com manejo inadequado e fora de época. As áreas de estudo analisadas demonstraram características de preservação da via aquática e indícios de oferta de melhores condições de desenvolvimento para a região de entorno (Figura 3).

As atividades que não geram um efeito positivo tão impactante (nível de impacto menor que 0,8 e maior ou igual a 0,6) são compostas por seis variáveis: produção de alimentos, alternativa de fonte de renda, estímulo a transações comerciais, rápido desenvolvimento do peixe nas gaiolas e conservação do estoque pesqueiro natural. Essa avaliação está relacionada à possibilidade destes se efetivarem, porém ainda configuram situações tendenciais na região.

Os principais impactos positivos de nível considerado mais baixo (nível de impacto menor que 0,6) foram: formação da mão de obra, geração de emprego e renda, menor custo de fabricação das gaiolas, aproveitamento da madeira para a produção da estrutura do tanque rede e outras estruturas relacionadas, difusão da tecnologia, qualidade superior do alimento, uso de gaiolas isoladas ou agrupadas, despesca mais fácil, proteção da mata ciliar, melhoramento genético, fixação do homem ao

campo, fácil alimentação do cardume na gaiola, alta taxa de estocagem, reflorestamento das margens, proteção da diversidade genética e manutenção do ambiente aquático.

Estes foram considerados como de nível de intervenção baixo pelo seu desenvolvimento incipiente, mas potencial na região analisada e pela forte dependência de investimentos no setor e capacitação. São dependentes do desenvolvimento tecnológico, do aporte financeiro e da própria escala da atividade. A dificuldade destes se manifestarem plenamente está associada: a falta de apoio à manutenção da atividade, aliado ao desconhecimento das técnicas de cultivo e ao preconceito ao consumo de peixes cultivados; estes condicionam um lento desenvolvimento dessas variáveis relacionadas à piscicultura comercial.

Na matriz de impactos positivos, todas as variáveis alcançaram a categoria de permanentes, ou seja, é uma atividade positiva e compensatória, por ser perene, desenvolvida durante o ano todo, com a mesma intensidade, dependendo do porte produtivo da atividade de cada empreendimento local. Contrastando com a exploração pesqueira tradicional que depende da sazonalidade, do período de defeso e do grande custo de logística para o seu desenvolvimento aliado a, por vezes, indiscriminada exploração, o que reduz os estoques deste recurso natural (FAO, 2012).

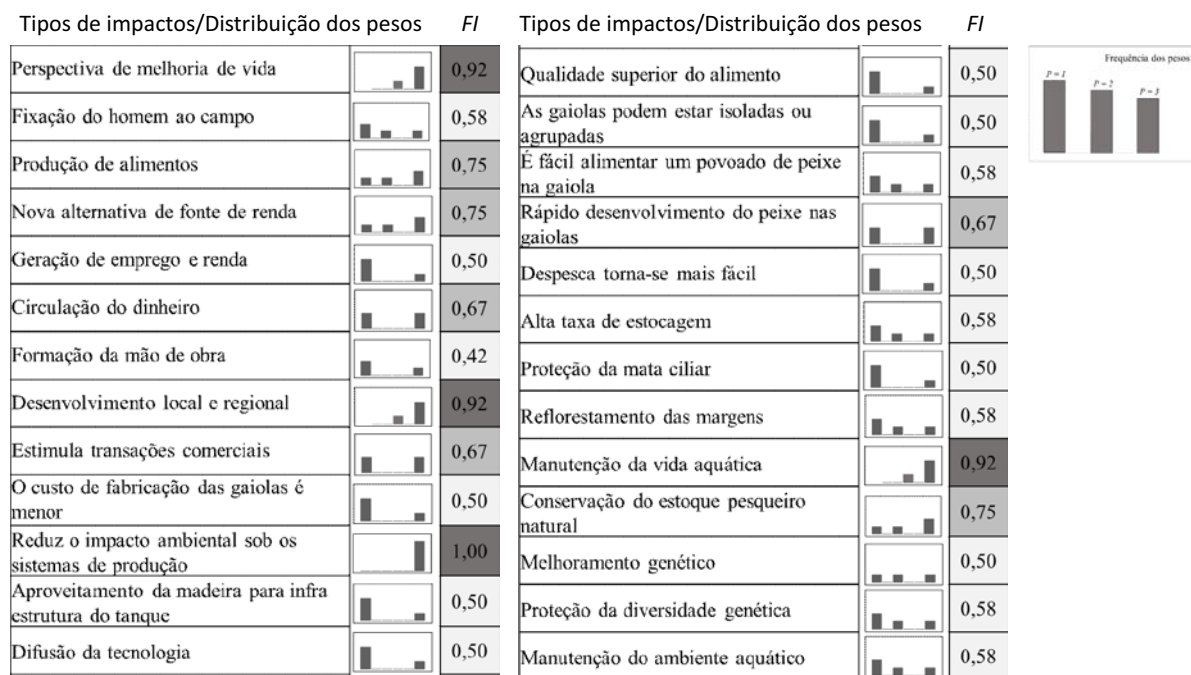


Figura 3 - Resultado simplificado da matriz de correlação com a distribuição da frequência dos pesos por categoria, considerando o fator de impacto (FI) positivo observado.

Figure 3 - Result of simplified correlation matrix with the frequency distribution of weights by category, considering the positive impact factor (IF) observed.

Os impactos negativos de caráter biótico (alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, alterações na dinâmica populacional entre espécies diferentes, risco de introdução de espécie exótica no ambiente natural e risco de disseminação de organismos patogênicos) e físicos (alterações dos parâmetros de qualidade das águas, geração de processos erosivos e o assoreamento de cursos d'água); foram destacados como os mais relevantes (nível de impacto igual 1 a maior ou igual a 0,8), tanto pela falta de informações nos locais de estudo quanto pelas possíveis consequências destes no meio ambiente.

Os aspectos bióticos relativos às relações entre o cultivo e a comunidade de entorno dos tanques não foram focos de investigação por parte dos produtores que consideram que não há perdas para o meio, em função dos aspectos de segurança tomados. Tal comportamento não pode ser minimizado, pois os problemas recorrentes do manejo podem gerar graves consequências às relações ecológicas nos ambientes de cultivo, estenderem-se para a bacia hidrográfica como um todo (CAVERO *et al.*, 2003) e trazerem restrições ambientais como é o caso do cultivo da tilápia (HENRY-SILVA *et al.*, 2006) nos tanques rede, que é uma espécie exótica.

No referente aos parâmetros de qualidade de água, observou-se que devem ser rotineiramente monitorados na piscicultura de água doce em tanques rede (SIMÕES *et al.*, 2007): coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido (OD) e densidade de cianobactérias. Tanto no interior dos tanques, quanto no ambiente externo tomando como referências pontos a montante e a jusante do local de implantação dos tanques.

A redução de vazão a jusante, em épocas de estiagem alcançou uma categoria moderada dada as condições climáticas vigentes na região que possibilitam um aporte de chuvas durante o ano que viabiliza a manutenção dos corpos hídricos; porém, há o agravante da falta de informação referente ao comportamento hidrológico sendo constantemente observada pelos produtores locais que não executam o monitoramento continuado.

Os impactos negativos considerados mais baixos (nível de impacto menor que 0,6) foram das variáveis: inundação de áreas de várzea e formação de áreas alagadas. Dada a própria estrutura do tanque rede se posiciona no leito dos corpos hídricos, onde ocorre a menor variação de nível de água. A formação de áreas alagadas só ocorre se

for necessário alargar o leito de inundação em função do período menos chuvoso.

Os locais mais adequados para a implantação de projetos de piscicultura de água doce em tanques rede são aqueles que priorizam: a facilidade de acesso, através de passarelas flutuantes ou barcos; o uso múltiplo da água, ou seja, a água deve ser utilizada para atender a diversas necessidades, respeitando os limites pela legislação ambiental; e os parâmetros físicos e químicos característicos das águas adequados a piscicultura.

A atividade de piscicultura em tanque rede não será desenvolvida sem causar mínimas alterações no meio ambiente, porém, deve-se procurar exercê-la de modo ambientalmente sustentável, cujos critérios podem ser facilmente monitorados ao longo do ano. Relacionando-se o desenvolvimento sustentável às atividades aquícolas, deve-se associar a consciência dos problemas ambientais à necessidade de garantia aos usos múltiplos da água, o que justifica a atenção que deve ser dada a essa atividade.

Perspectivas de sustentabilidade socioambiental da atividade

Na avaliação da sustentabilidade de implantação da piscicultura em tanques rede, com vistas à fixação do homem no campo e a redução da pressão da pesca artesanal, foram identificados como aspectos relevantes: o acesso à ração e alevinos de boa qualidade pelo produtor; a demanda por assistência técnica e acesso a crédito; a identidade do produtor com a prática, que muitas vezes a abandona por falta de vocação; e as limitações do processo de licenciamento ambiental.

A capacitação do produtor foi identificada como um elemento essencial, sem esta, o risco de dano ambiental é alto. Como observado, os impactos considerados negativos da atividade concentram-se nas consequências do manejo inadequado. Em termos econômicos, destaca-se o acesso a ração e alevinos de qualidade, o fornecimento de crédito ao produtor e a criação de mercados.

Tais fatores demandam por políticas públicas de incentivos que devem ser promovidas pelo poder público e a execução de investimentos que possibilitariam que comunidades implantassem a prática de piscicultura em tanque rede e no entorno destas se desenvolvesse um comércio capaz de absorver a produção. Consolidando assim as vertentes de produção, comercialização e rentabilidade (LABARTA *et al.*, 2007; FERREIRA; BARCELLOS, 2008).

Tais políticas de fomento devem ser acompanhadas de melhorias na relação entre os produtores e os órgãos de licenciamento ambiental (BRASIL, 2008; BRASIL, 2011). A Lei da Pesca e Aquicultura nº 11.959/2009 define

um conjunto de procedimentos que visam facilitar o desenvolvimento da atividade; porém, podem representar um entrave considerável aos produtores locais e um processo de exclusão social por meio do progresso apenas daqueles já consolidados que absorvem o mercado local (CHAVES *et al.*, 2008).

Se for para considerar a inserção da piscicultura em tanques rede como uma prática recorrente em ambientes amazônicos, faz-se necessário o maior desenvolvimento de políticas articuladas com o setor, pois senão corre-se o risco da prática ser executada sem manejo adequado e os passivos ambientais gerados superarem as expectativas de melhorias sociais esperadas para as populações ribeirinhas e pequenos produtores que buscam na atividade um incremento de renda e a melhoria de qualidade de vida.

Conclusões

O desenvolvimento da atividade de piscicultura em tanques rede é viável por proporcionar melhorias para as populações que retiram da água sua principal fonte de renda. Os impactos negativos mais relevantes são relacionados ao manejo inadequado e a falta de informações relativas às variáveis ambientais associadas à atividade. O manejo inadequado pode levar a alteração da qualidade das águas sendo necessário o monitoramento continuado das áreas a montante e a jusante dos criadouros, de modo a ter-se maior precisão quanto as possíveis variações dos padrões estabelecidos para o corpo de água conforme seu enquadramento pela legislação vigente.

A atividade de piscicultura em tanque rede pode constituir uma atividade rentável e uma opção de sustento para várias comunidades amazônicas, porém devem ser feitos investimentos financeiros e em capacitação para que o piscicultor tenha amparo técnico para executar as ações mínimas necessárias para sua regularização ambiental.

Literatura científica citada

BÄDIN, L.; DARAIO, C.; SIMAR, L. How to measure the impact of environmental factors in a nonparametric production model. **European Journal of Operational Research**, v. 223, n. 3, p. 818-833, 2012.

BHATT, R. P.; KHANAL, S. N. Environmental impact assessment system and process: a study on policy and legal instruments in Nepal. **Journal of Environmental Science and Technology**, v. 4, n. 9, p. 586-594, 2010.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L.; SILVA, A. L. F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 299-303, 2005.

- BRASIL. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil, 2010. Brasília: SEAP, 2011, 129 p.
- BRASIL. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Mais pesca e aquicultura: Plano de Desenvolvimento Sustentável - Uma rede de ações para o fortalecimento do setor. 1. ed. Brasília: SEAP, 2008, 24 p.
- CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 103-107, 2003.
- CHAVES, M. P. S. R.; SIMONETTI, S. R.; LIMA, M. S. Pueblos ribereños de La Amazonia: haberes y habilidades. *Interações*, v. 9, n. 2, p. 129-139, 2008.
- COSTA, T. V.; OSHIRO, L. M. Y.; SILVA, E. C. S. O potencial do *mapará* *Hypophthalmus spp.* (Osteichthyes, Siluriformes) como uma espécie alternativa para a piscicultura na Amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 165-174, 2010.
- COSTA, T. V.; SILVA, E. C. S.; OSHIRO, L. M. Y. O potencial do aruanã *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli, 1829) (Osteoglossiformes, Osteoglossidae) para a criação em cativeiro. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 437-443, 2009.
- DINIZ, M. J. T.; DINIZ, M. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. N.; SILVA, A. L. F.; ROSA, R. F. S. Setor pesqueiro no estado do Pará: concentração espacial e fragilidades da cadeia produtiva. **Revista de Estudos Sociais**, v. 12, n. 23-1, p. 30-61, 2010.
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 1. ed. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura/FAO, 2012, 250 p.
- FERREIRA, D.; BARCELLOS, L. J. G. Enfoque combinado entre as boas práticas de manejo e as medidas mitigadoras de estresse na piscicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 601-611, 2008.
- GARCEZ, D. S.; SÁNCHEZ-BOTERO, J. I. La pesca practicada por niños ribereños de Manacapuru, Amazonia Central, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 1, p. 79-85, 2006.
- GUO, L.; LI, Z. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. **Aquaculture**, n. 226, p. 201-212, 2003.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, L. E. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-donilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 641-647, 2006.
- LABARTA, R. A.; WHITE, D.; LEGUÍA, E.; GUZMÁN, W.; SOTO, J. La agricultura en la Amazonia Ribereña del Río Ucayali. ¿Una zona productiva pero poco rentable?. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p. 177-186, 2007.
- MALLASEN, M.; CARMO, C. F.; TUCCI, A.; BARROS, H. P.; ROJAS, N. E. T.; FONSECA, F. S.; YAMASHITA, E. Y. Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 1, p. 15-30, 2012.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. Cultivo de peixes em tanques-rede. 3. ed. Jundiá: Acqua Imagem, 2003, 112p.
- PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água: uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.
- RESENDE, E. K. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. spe., p. 52-57, 2009.
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.
- ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes. 1. ed. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003, 27 p.
- SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 165-182, 2005.
- SIMÕES, F. S.; YABE, M. J. S.; MOREIRA, A. B.; BISINOTI, M. C. Avaliação do efeito da piscicultura em sistemas aquáticos em Assis e Cândido Mota, São Paulo, por indicador de qualidade da água e análise estatística multivariada. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1835-1841, 2007.
- WOLFF BUENO, G.; GARCIA, N. M.; GONCALVES, A. JR. C.; BOSCOLO, W. R.; TEIXEIRA, R. A. Estado trófico e bioacumulação do fósforo total no cultivo de peixes em tanques tanques-rede na área aquícola do reservatório de Itaipú. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 30, n. 3, p. 237-243, 2008.