

## Proposta de indicadores de sustentabilidade para parques aquícolas continentais: avaliação de um empreendimento na Amazônia

Marcos Ferreira Brabo<sup>1</sup>, Leandro de Araújo Ferreira<sup>2</sup>, Galileu Crovatto Veras<sup>1</sup>,  
Israel Hidenburgo Aniceto Cintra<sup>3</sup>, Rosildo Santos Paiva<sup>4</sup>, Rodrigo Yudi Fujimoto<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Aldeia, CEP 68600-000, Bragança-PA, Brasil. E-mail: mbrabo@ufpa.br; galileu@ufpa.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Rua da Escola Agrícola, s/n, Vila Sinhá, CEP 68600-000, Bragança-PA, Brasil. E-mail: leandroarferreira@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos. Av. Tancredo Neves, 2021 (Campus da UFRA), Terra Firme, CEP 66077-530, Belém-PA, Brasil. E-mail: israel.cintra@ufra.edu.br

<sup>4</sup> Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia, Av. Augusto Corrêa, s/n, Guamá, CEP 66075-110, Belém-PA, Brasil. E-mail: rpaiva@ufpa.br

<sup>5</sup> Embrapa TABULEIROS COSTEIROS, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, CEP 49025-040, Aracaju-SE, Brasil. E-mail: ryfujim@cpatc.embrapa.br

### RESUMO

O fomento à piscicultura em tanques-rede em grandes reservatórios públicos, nos chamados parques aquícolas, constitui-se na principal política do governo brasileiro para incrementar a produção de pescado. Este artigo propôs um conjunto de indicadores para avaliação da sustentabilidade de parques aquícolas continentais e o aplicou em um empreendimento instalado no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. Indicadores de sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social foram definidos, validados e mensurados por meio de revisão de literatura, observações in loco e entrevistas com atores sociais em excursões bimestrais ao parque aquícola no período de agosto de 2010 a julho de 2012. A proposta elaborada contou com 21 indicadores de sustentabilidade, sete em cada dimensão, responsáveis em formar seus respectivos subíndices e constituir um índice de sustentabilidade. Por meio dela, o parque aquícola foi classificado como pouco sustentável, com o subíndice econômico sendo o que mais acentuou a insustentabilidade, seguido dos subíndices social e ambiental. O conjunto de indicadores de sustentabilidade definido e a metodologia adotada mostraram-se práticos e de fácil compreensão.

**Palavras-chave:** aquicultura sustentável, avaliação de sustentabilidade, piscicultura em tanques-rede

### *Proposed sustainability indicators for continental aquaculture parks: evaluation of a project in the Amazon*

### ABSTRACT

The promotion of fish farming in cages in large public reservoirs, as aquaculture parks, constitutes the main policy of the Brazilian government to increase fish production. This paper proposes a set of indicators for assessing the sustainability of continental aquaculture parks and applied it in a case study at reservoir of Tucuruí hydroelectric power plant, Pará State. Sustainability indicators in environmental, economic and social dimensions were defined, measured and validated through literature review, site observations and interviews with social actors in bimonthly trips to the aquaculture park from August 2010 to July 2012. The proposal accounted with 21 sustainability indicators, seven in each dimension, which composed their respective subindex to provide a final sustainability index. Through it, the aquaculture park was classified as unsustainable, being economic subindex the most important for non sustainability, followed by social and environmental subindex, respectively. The set of sustainability indicators defined and the methodology proposed were practical and easy to understand, and can be used to analyze other continental aquaculture parks.

**Key words:** sustainable aquaculture, sustainability evaluation, fish farming in cages

## Introdução

Dentre os fatores propícios ao desenvolvimento da aquicultura no Brasil, destacam-se os 5,5 milhões de hectares de reservatórios naturais e artificiais de água doce, sendo mais de 3,5 milhões localizados em represas de usinas hidrelétricas. Entretanto, este potencial ainda é pouco explorado, tornando a piscicultura em tanques-rede uma das alternativas mais promissoras para incremento da produção de pescado do país (Ayroza et al., 2011).

Neste contexto, o governo brasileiro orientou a demarcação de parques e áreas aquícolas continentais para ordenar a prática da atividade. O termo “parque aquícola” é definido como um espaço físico delimitado em meio aquático, que compreende um conjunto de áreas aquícolas, onde nos espaços intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura. Por sua vez, “área aquícola” é um local destinado exclusivamente a projetos de aquicultura, geralmente localizado no interior dos parques (Brasil, 2003; Brasil, 2004; Brabo et al., 2013).

As primeiras experiências de parques aquícolas continentais tiveram início em 2007 e 2008, no reservatório da Usina Hidrelétrica Itaipu Binacional, no Paraná, e no Açude Padre Cícero, no Estado do Ceará, respectivamente. Em 2009, esta política chegou aos reservatórios das usinas hidrelétricas de Furnas e Três Marias, em Minas Gerais, Ilha Solteira, nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, e Tucuruí, no Pará, sendo disseminada para outros grandes reservatórios nos anos seguintes (Brabo et al., 2014).

Assim, considerando a origem recente dessa política pública, a quantidade e o porte dos parques aquícolas continentais demarcados, bem como a expectativa governamental de aumento da produção de pescado por meio deles, é necessário avaliar a sustentabilidade desses empreendimentos, analisando seus possíveis impactos positivos e negativos nos meios físico, biótico e antrópico.

Valenti (2008) definiu aquicultura sustentável como uma produção lucrativa de organismos aquáticos que mantém uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades humanas. Relatou ainda que, para a atividade perdurar ao longo do tempo, é indispensável que sejam consideradas as dimensões ambiental, econômica e social da sustentabilidade.

Dentre as formas de mensuração da sustentabilidade, o uso de conjuntos de indicadores assume papel de destaque. Esta metodologia transmite informações técnicas de forma simplificada e melhora a percepção dos diferentes atores sobre as prováveis consequências ambientais e sociais das ações humanas, sendo útil para o planejamento, implementação e monitoramento de políticas e para a tomada de decisões nas esferas pública e privada (Carvalho & Barcellos, 2009).

A pegada ecológica, o painel da sustentabilidade e o barômetro da sustentabilidade são os conjuntos de indicadores mais aceitos mundialmente (Abreu & Rodrigues, 2011). A pegada ecológica consiste em estabelecer a área necessária para manter uma determinada população ou sistema de produção indefinidamente; o painel da sustentabilidade faz uma metáfora ao painel de um automóvel para informar sobre

as performances ambiental, econômica, social e institucional de um sistema; e o barômetro da sustentabilidade avalia o avanço em direção à sustentabilidade por meio de índices criados a partir da integração de indicadores ambientais e de bem estar da sociedade (Rabelo & Lima, 2007).

Apesar de aplicáveis a parques aquícolas continentais, estes conjuntos de indicadores divergem entre si na concepção do que vem a ser sustentabilidade, bem como nas dimensões, variáveis e metodologias a serem consideradas em sua mensuração (Rodrigues et al., 2010). A pegada ecológica tem escopo ambiental e pouco aborda as dimensões social e econômica; o painel da sustentabilidade depende de um *software* para representação dos resultados, o que dificulta a compreensão deste método pelo público leigo; enquanto o barômetro da sustentabilidade não possibilita uma visualização individualizada do desempenho das tradicionais dimensões ambiental, econômica e social, visto que seus índices representam apenas duas dimensões, os bem estares humano e ecossistêmico (Alves et al., 2011).

Desta forma, o presente estudo propôs um conjunto de indicadores para avaliação da sustentabilidade de parques aquícolas continentais e o aplicou em um empreendimento instalado no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, visando subsidiar ações dos setores público e privado para o desenvolvimento da piscicultura em tanques-rede em consonância com os outros usos do reservatório.

## Material e Métodos

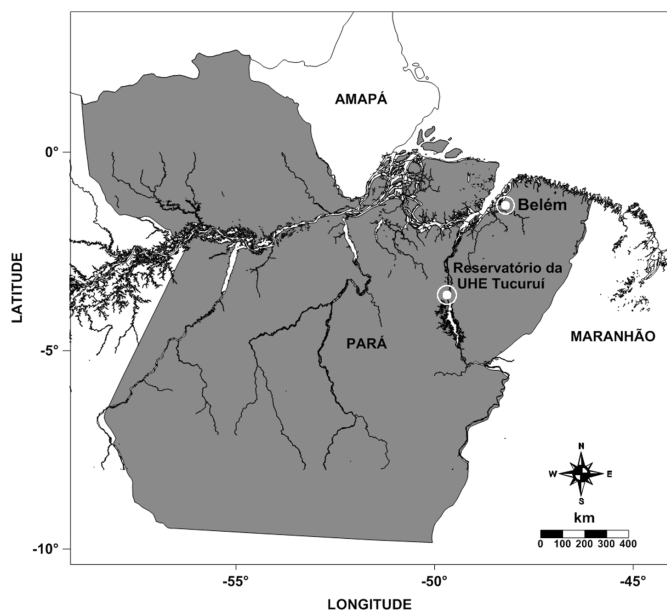
### Caracterização da área de estudo

O reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí é um lago artificial de 3.007 km<sup>2</sup>, formado pelo barramento do curso d'água principal da Bacia Hidrográfica Araguaia-Tocantins, com a finalidade de produzir energia elétrica para vários estados brasileiros e atender a demanda de indústrias minero metalúrgicas da região. Situa-se na mesorregião Sudeste do Estado do Pará, a cerca de 300 km ao Sul da cidade de Belém, entre os paralelos de 3°43' e 5°15' S e os meridianos de 49°12' e 50°00' W (Mérona et al., 2010) (Figura 1).

Neste reservatório foram cedidas 926 áreas em quatro parques aquícolas para criação de peixes em tanques-rede, denominados de Caraipé, Breu Branco I, II e III (ANA, 2009). Até julho de 2012, Breu Branco III era o único dos quatro parques aquícolas a apresentar tanques-rede instalados, tendo iniciado o povoamento em abril de 2011 e realizado as primeiras despescas em abril de 2012. A licitação deste parque foi exclusivamente não onerosa, modalidade de cessão em que o produtor não tem custos para utilização de espaço físico da União, contemplando 325 áreas aquícolas de 1.000 m<sup>2</sup> de lâmina d'água (Brabo et al., 2013).

### Obtenção e análise de dados

A metodologia proposta para avaliação da sustentabilidade de parques aquícolas continentais considerou as dimensões ambiental, econômica e social. Cada dimensão contou com um conjunto de indicadores representado por um subíndice, denominados de Subíndice Ambiental (SA), Subíndice Econômico (SE) e Subíndice Social (SS).



**Figura 1.** Localização do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará

A definição de indicadores de sustentabilidade específicos para parques aquícolas continentais foi baseada nos trabalhos de EAS (2005), Boyd et al. (2007), Rey-Valette et al. (2008), Valenti (2008) e Valenti et al. (2011), bem como na legislação aquícola brasileira. Posteriormente, estes indicadores foram validados e mensurados por meio de observações *in loco* e entrevistas com técnicos especializados de órgãos públicos ambientais (três entrevistados), de fomento (três entrevistados), assistência técnica e extensão rural (três entrevistados) e produtores (31 entrevistados) em excursões bimestrais ao parque aquícola de Breu Branco III no período de agosto de 2010 a julho de 2012. Os processos de validação e mensuração dos indicadores consideraram a facilidade de compreensão do público, a praticidade e a possibilidade de replicação da metodologia para outros parques aquícolas.

Os indicadores de sustentabilidade propostos foram exclusivamente qualitativos, visto que indicadores quantitativos aumentam consideravelmente a subjetividade da análise (Silva et al., 2012). Os valores dos subíndices foram gerados a partir da média aritmética das pontuações de zero (0) e um (1) estabelecidas para os indicadores da dimensão, de forma que o valor zero (0) significou uma condição desfavorável à sustentabilidade e o um (1), uma condição favorável (Tabela 1).

Para comparar os resultados obtidos nas diferentes dimensões, o teste Q de Cochran foi aplicado ao nível de significância de 5% com auxílio do *software* estatístico BioEstat 5.3. Em seguida, a média aritmética dos valores obtidos para os três subíndices formou o Índice de Sustentabilidade (ISUS), avaliado pela seguinte escala de desempenho, adaptada de Valenti (2008): insustentável (0-0,25); pouco sustentável (0,26-0,50); potencialmente sustentável (0,51-0,75); sustentável (0,76-1,0).

## Resultados e Discussão

Constatou-se que no parque aquícola de Breu Branco III a única espécie produzida foi a pirapitinga *Piaractus*

*brachypomus*, peixe autóctone da Bacia Hidrográfica Araguaia-Tocantins de acordo com a classificação da Portaria IBAMA nº 145 de 29 de Outubro de 1998 (Brasil, 1998); o volume útil de tanques-rede instalado foi menor do que a capacidade de suporte de 156.750 m<sup>3</sup> estimada pela ANA na Resolução nº 982 de 11 de dezembro de 2009 (ANA, 2009), visto que existiam 360 tanques-rede com 7,2 m<sup>3</sup> de volume útil cada um, o que perfaz 2.592 m<sup>3</sup>; a operadora da hidrelétrica coordenava um programa de monitoramento de variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade da água do corpo hídrico com frequência bimestral, conforme previsto na Instrução Normativa Interministerial nº 6 de 31 de maio de 2004 (Brasil, 2004); os tanques-rede instalados utilizavam exclusivamente tela de contenção de arame galvanizado revestido de PVC, o que minimiza a possibilidade de rompimento da estrutura e consequente fuga de peixes; nenhum dos usuários efetuava quarentena das formas jovens e apenas eventualmente aplicavam banhos preventivos utilizando sal (NaCl), práticas de manejo profilático que reduzem o risco de disseminação de patógenos sem ocorrência natural no ambiente; havia uso de antibióticos para tratamento de enfermidades dos peixes, principalmente oxitetraciclina (terramicina) adicionada à ração, o que pode representar uma fonte de poluição para o ambiente; e as estruturas instaladas eram específicas para a prática da piscicultura, sendo inclusive padronizadas. Neste contexto, apenas os indicadores de sustentabilidade ambiental referentes à profilaxia das formas jovens utilizadas no empreendimento e ao uso de produtos químicos e/ou antibióticos no tratamento de enfermidades dos peixes apresentaram condições desfavoráveis à sustentabilidade do parque aquícola (Tabela 2).

Dias et al. (2012) afirmaram que a eutrofização e a disseminação de espécies de peixes e parasitas sem ocorrência natural nos corpos d'água onde foram demarcados parques aquícolas são os principais riscos de impacto ambiental destes empreendimentos. Dos sete indicadores de sustentabilidade ambiental propostos neste trabalho, cinco fazem referência a estes possíveis impactos: a capacidade de suporte do corpo hídrico e o monitoramento sistemático de qualidade da água estão diretamente relacionados à eutrofização, enquanto a espécie produzida no empreendimento, o material da tela de contenção dos tanques-rede e a profilaxia das formas jovens correspondem à propagação de peixes e patógenos.

De acordo com Tavechio et al. (2009), os produtos químicos e antibióticos utilizados no tratamento de enfermidades de peixes oferecem risco potencial ao consumidor, caso não sejam respeitados os tempos de carência pós-tratamento, além de aumentar significativamente o impacto ambiental no entorno da piscicultura onde seus resíduos são descartados, o que justifica sua adoção como indicador de sustentabilidade ambiental neste estudo. No caso dos antibióticos, como a oxitetraciclina, podem ainda, selecionar bactérias resistentes no ambiente aquático, alterar a microbiota dos ambientes de criação e transferir resistência para bactérias potencialmente patogênicas aos seres humanos (Carneiro et al., 2007).

Não foram encontradas referências acerca do impacto visual da piscicultura em tanques-rede sobre a paisagem local de reservatórios, mas a Instrução Normativa IBAMA nº 105 de 20 de julho de 2006 (Brasil, 2006) proíbe a utilização

**Tabela 1.** Indicadores de sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social para parques aquícolas continentais com seus respectivos critérios de mensuração

Dimensão	Indicador	Critério de mensuração
Ambiental	Espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	Exótica(s), alóctone(s) ou híbrida(s) (0) / Apenas autóctone(s) ou com população comprovadamente estabelecida na bacia hidrográfica (1)
	Capacidade suporte do corpo hídrico	Volume útil de tanques-rede instalados acima da capacidade suporte estimada pela Agência Nacional de Águas (ANA) (0) / Volume útil de tanques-rede instalados igual ou abaixo da capacidade suporte estimada pela Agência Nacional de Águas (ANA) (1)
	Monitoramento sistemático de variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade da água do corpo hídrico (com frequência no mínimo trimestral)	Não existe (0) / Existe (1)
	Material da tela de contenção dos tanques-rede utilizados no empreendimento	Estruturas de plástico ou material similar (0) / Apenas estruturas de arame galvanizado revestido de PVC ou material similar (1)
	Profilaxia das formas jovens utilizadas no empreendimento	Não existe ou eventual (0) / Realizada por todos os usuários (1)
	Uso de produtos químicos e/ou antibióticos no tratamento de enfermidades dos peixes, exceto sal (NaCl)	Existe (0) / Não existe (1)
	Impacto visual do empreendimento	Negativo (estruturas improvisadas e/ou sem padronização) (0) / Positivo (apenas estruturas específicas para a atividade e padronizadas) (1)
Econômica	Estudo de mercado para a(s) espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	Não realizado (0) / Realizado (1)
	Gestão do empreendimento	Insatisfatória (usuários não controlam o custo de produção, o consumo de ração e/ou não realizam biometrias periódicas) (0) / Satisfatória (todos os usuários controlam o custo de produção, o consumo de ração e realizam biometrias periódicas) (1)
	Disponibilidade local de insumos básicos (ração e formas jovens)	Não existe (0) / Existe (1)
	Assistência técnica aos usuários	Não existe ou eventual (0) / Existe (1)
	Possibilidade de utilização de crédito rural na atividade	Não existe (0) / Existe (1)
	Logística e infraestrutura do empreendimento	Insatisfatória (não há acesso por via terrestre ao empreendimento e/ou não existe estrutura para armazenamento de ração e equipamentos) (0) / Satisfatória (há acesso por via terrestre ao empreendimento e existe estrutura para armazenamento de ração e equipamentos) (1)
	Possibilidade de beneficiar o produto localmente	Não existe estrutura para beneficiamento de pescado (0) / Existe estrutura para beneficiamento de pescado (1)
Social	Conflito pelo uso da água na área do empreendimento	Existe (0) / Não existe (1)
	Capacitação dos usuários para atuar na atividade	Insatisfatória (usuários não receberam capacitação) (0) / Satisfatória (todos os usuários receberam capacitação) (1)
	Atuação da(s) organização(ões) social(is) dos usuários	Não existe aquisição de insumos e/ou comercialização de forma coletiva (0) / Existe aquisição de insumos e comercialização de forma coletiva (1)
	Consumo local da produção	Não existe ou eventual (0) / Prioridade (1)
	Segurança do empreendimento	Deficiente (existem casos de furto dos peixes e/ou depredação das estruturas) (0) / Eficiente (não existem casos de furto dos peixes e depredação das estruturas) (1)
	Adaptação dos usuários à atividade	Difícil (usuários nunca praticaram piscicultura ou outra atividade zootécnica em sistema intensivo por pelo menos um ano) (0) / Fácil (todos os usuários já praticaram piscicultura e/ou outra atividade zootécnica em sistema intensivo por pelo menos um ano) (1)
	Geração de empregos diretos no empreendimento, exceto auto empregos	Não existe (0) / Existe (1)

**Tabela 2.** Proposta de indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Ambiental (SA) preenchida com dados referentes ao parque aquícola de Breu Branco III no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará

Indicador de sustentabilidade	Pontuação
Espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	1
Capacidade suporte do corpo hídrico	1
Monitoramento sistemático de qualidade da água do corpo hídrico	1
Material da tela de contenção dos tanques-rede	1
Profilaxia das formas jovens utilizadas no empreendimento	0
Uso de produtos químicos e/ou antibióticos	0
Impacto visual do empreendimento	1
Total	5
Subíndice Ambiental (SA)	0,71

de flutuadores de metal, recipientes de produtos tóxicos, garrafas PET e outros que possam promover impacto visual

em empreendimentos de malacocultura em *long line*, o que corrobora a importância deste indicador para a sustentabilidade ambiental da aquíicultura.

Na mensuração dos indicadores de sustentabilidade econômica verificou-se que não houve um estudo de mercado para a escolha da espécie a ser produzida no parque aquícola de Breu Branco III, o que se reproduziu em dificuldades na comercialização do produto; a gestão do empreendimento era deficiente no que diz respeito ao controle do custo de produção, apesar dos usuários realizarem biometrias periódicas e ajustes na quantidade de ração fornecida aos peixes; os insumos básicos, ração e formas jovens, utilizados na produção foram adquiridos em outros estados; a assistência técnica aos produtores ocorria de forma



sistemática por profissionais contratados pela operadora da hidrelétrica e técnicos da Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura (SEPAq); não havia possibilidade de utilização de crédito rural na atividade, visto que a inadimplência das operações do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) no município era superior à 15%; o acesso por via terrestre ao empreendimento ficava comprometido no período chuvoso e as estruturas de apoio à produção foram improvisadas; além de não haver estrutura para beneficiamento do pescado que possibilitasse agregação de valor e diversificação do produto ofertado. Assim, a disponibilidade de assistência técnica foi o único indicador que contribuiu para a sustentabilidade econômica do parque aquícola de Breu Branco III (Tabela 3).

Valenti (2008) relatou que a sustentabilidade econômica de empreendimentos aquícolas perpassa por uma cadeia produtiva organizada e com todos os elos fortes, bem como os ambientes institucional e organizacional. Os indicadores econômicos propostos neste estudo contemplaram as características mais relevantes de cada elo da cadeia produtiva da piscicultura (insumos, produção, transformação, distribuição e comercialização), o que permitiu retratar sua fragilidade na região e constatar que seu fortalecimento depende de um esforço conjunto dos setores público e privado.

Segundo Kimpara et al. (2011), os indicadores econômicos mais utilizados em avaliações de sustentabilidade na aquicultura são: a taxa interna de retorno (TIR), o valor presente líquido (VPL) e a margem bruta (MB). Porém, a complexidade das análises, o tempo necessário para obtenção dos dados e a dificuldade de compreensão e acompanhamento por parte do público fez com que eles fossem descartados neste trabalho, bem como outros indicadores tradicionais.

Quanto aos indicadores de sustentabilidade social, verificou-se que não existia conflito pelo uso da água com pescadores artesanais ou quaisquer outros usuários na área do empreendimento; haviam usuários que não receberam capacitação para atuar na atividade, o que contraria as condicionantes do licenciamento ambiental de parques aquícolas; as organizações sociais não adquiriram insumos em grupo durante o primeiro ciclo produtivo, pois foram doados, mas comercializaram a produção em conjunto; o produto foi todo consumido localmente, o que melhora a disponibilidade de alimento para a população; não houveram casos de furtos ou depredações das estruturas de criação; haviam usuários contemplados nas concorrências públicas que nunca tinham

**Tabela 3.** Indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Econômico (SE) preenchida com dados referentes ao parque aquícola de Breu Branco III no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará

Indicador de sustentabilidade	Pontuação
Estudo de mercado para a(s) espécie(s) utilizada(s)	0
Gestão do empreendimento	0
Disponibilidade local de insumos básicos	0
Assistência técnica aos usuários	1
Possibilidade de utilização de crédito rural na atividade	0
Logística e infraestrutura do empreendimento	0
Possibilidade de beneficiar o produto localmente	0
Total	1
Subíndice Econômico (SE)	0,14

praticado piscicultura ou qualquer outra atividade zootécnica em sistema intensivo por mais de um ano; e não houve contratação de mão de obra fixa em nenhuma das áreas aquícolas do empreendimento. Desta forma, os indicadores referentes à capacitação dos produtores, adaptação dos usuários à atividade e geração de empregos no empreendimento apresentaram condições desfavoráveis à sustentabilidade social do parque aquícola de Breu Branco III (Tabela 4).

Mendonça & Valêncio (2008) afirmaram que a eliminação ou deslocamento de pescadores de áreas extrativistas tradicionais e a descaracterização da cultura das comunidades, com a introdução de uma atividade que não faz parte do cotidiano local, são alguns dos impactos sociais negativos que a aquicultura pode promover. Em compensação, Carvalho & Ramos (2010) citaram a produção de alimento e a geração de ocupação, emprego e renda como possíveis efeitos sociais positivos. Os indicadores sociais propostos neste estudo consideraram possíveis impactos positivos e negativos da piscicultura em tanques-rede em parques aquícolas, além de abordar questões gerais do meio rural, como a segurança, a capacitação e a organização social dos produtores.

O teste Q de Cochran mostrou diferença estatisticamente significativa entre os resultados das três dimensões; não houve, portanto, uniformidade nos subíndices. A maior contribuição para a sustentabilidade do empreendimento foi dada pelo Subíndice Ambiental (0,71), seguido dos subíndices social (0,57) e econômico (0,14), respectivamente. Neste contexto, o Índice de Sustentabilidade (ISUS) gerado para o parque aquícola de Breu Branco III foi classificado como pouco sustentável (0,47), resultado que compromete sua capacidade de ser perene.

Importante ressaltar que a avaliação de sustentabilidade efetuada neste estudo não pretende contrapor a licença ambiental obtida pelo parque aquícola junto ao órgão responsável, mas contribuir com condicionantes para sua renovação, visto que raramente são considerados fatores econômicos e sociais nestas análises. Pretende ainda, propor uma metodologia simplificada para a avaliação da sustentabilidade de parques aquícolas continentais.

Por fim, deve-se considerar que a avaliação de sustentabilidade efetuada pelo método proposto retrata apenas o instante em que ocorre a sua aplicação, não tendo capacidade de prever cenários mais ou menos favoráveis, mesmo em um curto espaço de tempo. Essa característica exige que haja um acompanhamento sistemático do empreendimento avaliado, visando a obtenção de um panorama mais realista acerca de sua capacidade de ser perene.

**Tabela 4.** Indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Social (SS) mensurados para o parque aquícola de Breu Branco III no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará

Indicador de sustentabilidade	Pontuação
Conflito pelo uso da água na área do empreendimento	1
Capacitação dos usuários para atuar na atividade	0
Atuação da organização social dos usuários	1
Consumo local da produção	1
Segurança do empreendimento	1
Adaptação dos usuários à atividade	0
Geração de empregos diretos no empreendimento	0
Total	4
Subíndice Social (SS)	0,57

## Conclusão

O conjunto de indicadores definido e a metodologia adotada mostraram-se viáveis na avaliação da sustentabilidade de Breu Branco III, principalmente em função da praticidade e da facilidade de compreensão, podendo ser utilizados na análise de outros parques aquícolas continentais. A menor contribuição da dimensão econômica para a sustentabilidade do parque aquícola de Breu Branco III foi motivada pela desestruturação da cadeia produtiva da piscicultura na região, o que demanda uma análise detalhada da viabilidade econômica dos empreendimentos a serem instalados em suas áreas aquícolas.

## Agradecimentos

A Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa (FAPESPA), pela concessão da bolsa de Doutorado a Marcos Ferreira Brabo.

## Literatura Citada

- Abreu, P. S. de; Rodrigues, M. B. Proposta de arranjo de indicadores para avaliação da sustentabilidade de estações de tratamento de esgoto por zona de raízes. *Synergismus Scientifica*, v.6, n.1, p.1-8, 2011. <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/1250/841>>. 09 Nov. 2014.
- Alves, J. B.; Denardin, V. F.; Silva, C. L. da. Aproximações entre os principais indicadores de sustentabilidade e as alternativas ao desenvolvimento propostas por E. Leff. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, v.13, n.24, p.59-71, 2011. <<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/1649/1477>>. 09 Nov. 2014.
- Agência Nacional de Águas - ANA. Outorga de direito de uso de recursos hídricos com a finalidade de piscicultura em tanques-rede, para implantação de parques aquícolas no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Resolução n. 982, de 11 de dezembro de 2009. <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2009/982-2009.pdf>>. 09 Nov. 2014.
- Ayroza, D. M. M. R.; Ayroza, L. M. S.; Furlaneto, F. P. B. Situação da regularização de projetos piscícolas em tanques-rede no Estado de São Paulo. *Pesquisa & Tecnologia*, v.8, n.9, p.1-7, 2011. <[http://www.apta regional.sp.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=1147&Itemid=284](http://www.apta regional.sp.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1147&Itemid=284)>. 09 Nov. 2014.
- Boyd, C. E.; Tucker, C.; Mcnevin, A.; Bostick, K.; Clay, J. Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*, v.15, n.4, p.327-360, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1080/10641260701624177>>.
- Brabo, M. F.; Flexa, C. E.; Veras, G. C.; Paiva, R. S.; Fujimoto, R. Y. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. *Informações Econômicas*, v.43, n.3, p.56-64, 2013. <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12678>>. 09 Nov. 2014.
- Brabo, M. F.; Veras, G. C.; Paiva, R. S.; Fujimoto, R. Y. Aproveitamento aquícola dos grandes reservatórios brasileiros. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.40, n.1, p.121-134, 2014. <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/40\\_1\\_121-134.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/40_1_121-134.pdf)>. 09 Nov. 2014.
- Brasil. Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais. Portaria IBAMA n. 145, de 29 de outubro de 1998. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 out. 1998, Seção1, p.2856. <[http://www.mpa.gov.br/files/Docs/Ministerios/IBAMA/1998/PORTARIA\\_N\\_145\\_DE\\_29\\_DE\\_OUTUBRO\\_DE\\_1998.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/Docs/Ministerios/IBAMA/1998/PORTARIA_N_145_DE_29_DE_OUTUBRO_DE_1998.pdf)>. 09 Nov. 2014.
- Brasil. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. Decreto n. 4.895, de 25 de novembro de 2003. *Diário Oficial da União*, Brasília, 26 nov. 2003, Seção 1, p.62. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/d4895.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4895.htm)>. 09 Nov. 2014.
- Brasil. Estabelece as normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. Instrução Normativa Interministerial n. 6, de 31 de maio de 2004. *Diário Oficial da União Brasília*, 01 jun. 2004, Seção 1, p.1253. <[http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao/Instrucao\\_Normativa/040531\\_IN\\_inter\\_06.pdf](http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao/Instrucao_Normativa/040531_IN_inter_06.pdf)>. 09 Nov. 2014.
- Brasil. Estabelece regras de ordenamento pesqueiro para a extração de mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758) de estoques naturais e os procedimentos para instalação de empreendimentos de malacocultura em Águas de Domínio da União no Litoral Sudeste e Sul do Brasil. Instrução Normativa IBAMA n. 105, de 20 de julho de 2006. *Diário Oficial da União*, Brasília/DF, 24 jul. 2006, Seção 1, p.69. <[http://www.ibama.gov.br/category/40?download=2601%3A105-2006-\\_-\\_-p](http://www.ibama.gov.br/category/40?download=2601%3A105-2006-_-_-p)>. 09 Nov. 2014.
- Carneiro, D. O.; Figueiredo, H. C. P.; Pereira Júnior, D. J.; Leal, C. A. G.; Logato, P. V. R. Perfil de susceptibilidade a antimicrobianos de bactérias isoladas em diferentes sistemas de cultivo de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p.869-876, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000400008>>.
- Carvalho, E. D.; Ramos, I. P. A aquicultura em grandes represas brasileiras: interfaces ambientais, socioeconômicas e sustentabilidade. *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia*, v.38, n.1, p.1-18, 2010. <[http://ablimno.org.br/boletins/pdf/bol\\_38\(1-3\).pdf](http://ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_38(1-3).pdf)>. 05 Out. 2014.
- Carvalho, P. G. M. de; Barcellos, F. C. Políticas públicas e sustentabilidade ambiental: construindo indicadores de sustentabilidade. *Indicadores econômicos*, v.37, n.1, p.1-14, 2009. <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/viewFile/2280/2656>>. 09 Nov. 2014.

- Dias, J. D.; Simões, N. R.; Bonecker, C. C. Net cages in fish farming: a scientometric analysis. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.24, n.1, p.12-17, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2012005000022>>.
- European Aquaculture Society - EAS. Defining indicators for sustainable aquaculture development in Europe. In: Consensus Workshop, 1., 2005. Oostend, Belgium. Oostend: EAS, 2005. <[http://poli.haifa.ac.il/~eranv/material\\_vigoda/GIF/Research%20Reports/CONSENSUS-FP6%20project.pdf](http://poli.haifa.ac.il/~eranv/material_vigoda/GIF/Research%20Reports/CONSENSUS-FP6%20project.pdf)>. 09 Nov. 2014.
- Kimpara, J. M.; Zadjband, A. D.; Valenti, W. C. Medindo a sustentabilidade na aquicultura. *Boletim da Associação Brasileira de Limnologia*, v.38, n.2, p.1-13, 2011. <[http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/FA\\_KIMPARA\\_Medindo%20a%20sustentabilidade.pdf](http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/FA_KIMPARA_Medindo%20a%20sustentabilidade.pdf)>. 05 Out. 2014.
- Mendonça, S. A. T.; Valêncio, N. F. L. S. O papel da modernidade no rompimento da tradição: as políticas da SEAP como dissolução do modo de vida da pesca artesanal. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.34, n.1, p.107-116, 2008. <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34\\_1\\_107-116.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34_1_107-116.pdf)> 09 Nov. 2014.
- Mérona, B.; Santos, G. M.; Juras, A. A.; Cintra, I. H. A. Os peixes e a pesca no baixo rio Tocantins: 20 anos depois da UHE Tucuruí. Brasília: ELETRONORTE/IRD/INPA/UFRA, 2010. 395p.
- Rabelo, L. S.; Lima, P. V. P. S. Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrônica do Prodemá*, v.1, n.1, p.55-76, 2007. <[http://wp2.oktiva.com.br/portaldomardb/files/2010/09/Rabelo-e-Lima\\_Indicadores-de-sustentabilidade\\_2007\\_26.pdf](http://wp2.oktiva.com.br/portaldomardb/files/2010/09/Rabelo-e-Lima_Indicadores-de-sustentabilidade_2007_26.pdf)>. 09 Nov. 2014.
- Rey-Valette, H.; Clément, O.; Aubin, J.; Mathé, S.; Chia, E.; Legendre, M.; Caruso, D.; Mikolasek, O.; Blancheton, J-P.; Slembrouck, J.; Baruthio, A.; René, F.; Levang, P.; Morissens, P.; Lazard, J. An approach to co-construct sustainable development indicators in aquaculture. In: FET, 2., 2010, Montpellier. Proceedings... Montpellier: IRD, 2010. <<http://archimer.ifremer.fr/doc/00012/12297/9088.pdf>>. 09 Nov. 2014.
- Rodrigues, G. S.; Rodrigues, I. A.; Buschinelli, C. C. de A.; Barros, I. de. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. *Environmental Impact Assessment Review*, v.30, n.4, p.229-239, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2009.10.002>>.
- Silva, A. W. L.; Selig, P. M.; Morales, A. B. T. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. *Ambiente & Sociedade*, v.15, n.3, p.75-96, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2012000300006>>.
- Tavechio, W. L. G.; Guidelli, G.; Portz, L. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.35, n.2, p.335-341, 2009. <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/35\\_2\\_335-341.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/35_2_335-341.pdf)>. 05 Out. 2014.
- Valenti, W. C. A aquicultura brasileira é sustentável? *Revista Aquicultura & Pesca*, v.34, n.4, p.36-44, 2008. <[http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/CPIL\\_VALENTI\\_A%20aquicultura%20Brasileira.pdf](http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/CPIL_VALENTI_A%20aquicultura%20Brasileira.pdf)>. 05 Out. 2014.
- Valenti, W. C.; Kimpara, J. M.; Preto, B. L. Measuring aquaculture sustainability. *World Aquaculture Society Magazine*, v.43, n.3, p.26-29, 2011. <[http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/FA\\_VALENTI\\_Measuring%20aquaculture.pdf](http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/FA_VALENTI_Measuring%20aquaculture.pdf)>. 09 Nov. 2014.