



# RICA



Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais

Journal homepage:  
[www.arvore.org.br/seer](http://www.arvore.org.br/seer)

## MODELAGEM DE INDICADORES PARA AVALIAR A SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL DO ENTORNO DA FLORESTA NACIONAL DO IBURA, NORDESTE DO BRASIL

### RESUMO

O Brasil é detentor da maior biodiversidade do planeta, e não pode se esquivar no tocante ao desenvolvimento de modelos de monitoramento relacionados à conservação da natureza e uso sustentável dos recursos naturais. Neste sentido esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um modelo de avaliação de indicadores baseado na metodologia MESMIS (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidade*) para sua utilização em nível de comunidades de pescadores ou extrativistas relacionados com Unidades de Conservação (UCs), tomando por base a comunidade de pescadores artesanais existente no entorno da Floresta Nacional do Ibura, Brasil. O MESMIS foi a base metodológica escolhida para desenvolvimento do modelo e avaliação dos indicadores. A estatística descritiva analisou censitariamente (N=100) os parâmetros mínimos (MIN), médios (MED), desejáveis (P75), e máximos (MAX). O modelo resultante é composto por 14 indicadores de sustentabilidade, que atendem os atributos: (a) produtividade; (b) estabilidade, resiliência e confiabilidade; (c) adaptabilidade; (d) equidade; (e) autogestão. É possível concluir que existe viabilidade técnica e matemática para desenvolvimento de modelos de avaliação de sustentabilidade de sistemas baseado em indicadores. Ao serem analisados de forma complexa revelaram que a pesca artesanal desenvolvida no sistema analisado tem um Índice Relativo de Sustentabilidade (IRS) de 26%. Os resultados demonstraram ainda que é possível alcançar um IRS=33% baseando-se na realidade local (P75).

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores de Sustentabilidade; MESMIS; Pesca Artesanal; Extrativismo; Unidades de Conservação.

## MODELING OF INDICATORS FOR EVALUATION THE SUSTAINABILITY OF ARTISANAL FISHING IN THE SURROUNDING OF THE NATIONAL FOREST IBURA, NORTHEASTERN BRAZIL

### ABSTRACT

Brazil is the holder of the greatest biodiversity on the planet, and can not shirk regarding the development of monitoring templates related to nature conservation and sustainable use of natural resources. In this sense, this research aimed to develop a model for evaluating indicators based on the methodology MESMIS (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidade*) for use in its level of fishing communities or extractive related to protected areas, based on the existing community of fishermen in the surrounding National Forest Ibura, Brazil. The MESMIS the methodological basis was chosen for model development and evaluation indicators. Descriptive statistics analyzed censitariamente (N=100) with the minimum (MIN), medium (MED), desirable (P75), and maximum (MAX). The resulting model consists of 14 sustainability indicators that meet the attributes: (a) productivity, (b) stability, resilience and reliability, (c) adaptability, (d) equity, (e) self-management. It is possible to conclude that there is technical feasibility and to develop mathematical models of sustainability assessment systems based on indicators. When reviewed in complex revealed that artisanal fisheries developed in the analyzed system has a Relative Sustainability Index (IRS) of 26%. The results also demonstrated that it is possible to reach an IRS=33% based on the local situation (P75).

**KEYWORDS:** Sustainability Indicators; MESMIS; Artisanal Fisheries; Extraction; Conservation Units; Protected Areas.

*Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.4, n.1, Dez 2012, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai 2013.*

ISSN 2179-6858

SECTION: *Articles*  
TOPIC: *Indicadores de Sustentabilidade*



DOI: 10.6008/ESS2179-6858.2013.001.0003

**Carlos Eduardo Silva**

Universidade Tiradentes, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3700554054159220>

[carlos@arvore.org.br](mailto:carlos@arvore.org.br)

**Ricardo Luiz Cavalcanti de**

**Albuquerque Junior**

Universidade Tiradentes, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2274589480306828>

[ricardo\\_albuquerque@unit.br](mailto:ricardo_albuquerque@unit.br)

**Cláudia Moura de Melo**

Universidade Tiradentes, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0905716723973397>

[claudia\\_moura@itp.org.br](mailto:claudia_moura@itp.org.br)

**Rubens Riscala Madi**

Universidade Tiradentes, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/9160226900966008>

[rmmadi@gmail.com](mailto:rmmadi@gmail.com)

Received: 20/02/2013

Approved: 25/05/2013

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

### Referencing this:

SILVA, C. E.; ALBUQUERQUE JUNIOR, R. L. C.; MELO, C. M.; MADI, R. R.. Modelagem de indicadores para avaliar a sustentabilidade da pesca artesanal do entorno da Floresta Nacional do Ibura, nordeste do Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.4, n.1, p.33-44, 2013.* DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/ESS2179-6858.2013.001.0003>

## INTRODUÇÃO

Desde 2002, é perceptível a fragilidade dos eventos e acordos internacionais, pois muito se discutiu e pouco efetivamente foi feito por parte das nações. O conceito de sustentabilidade é de difícil definição e ainda mais de ser posto em prática de maneira coerente (MASERA et al., 2008). As preocupações com o desenvolvimento econômico aliadas com as crises econômicas mundiais fizeram as nações recuarem nos acordos assinados. Muitas propostas discutidas ao longo deste período exigem ações complexas e multidimensionais, ou seja, que não se apegue ao pensamento cartesiano de resolução de problemas, e possa envolver ações combinadas de diversas dimensões.

Em todo mundo, especialmente na Europa estão disponíveis novas ferramentas (modelos) capazes de transformar noções teóricas de sustentabilidade em conceitos práticos (SINGH et al., 2009). Estes modelos de apoio à decisão são essenciais para orientar sistemas produtivos, a exemplo da pesca artesanal, do extrativismo e da agricultura, para a sustentabilidade (HANSEN, 1996). No entanto, para efetividade destas ferramentas, as comunidades que vivem em sistemas de conservação da natureza precisam de orientações sobre a melhor forma de mudar suas práticas. Indicadores de sustentabilidade são ferramentas que podem ser utilizadas por estas comunidades ao nível local ou da região para avaliar os efeitos das mudanças provocadas por ações de intervenção (PANNELL & GLENN, 2000).

Há uma ampla gama de indicadores discutida na literatura científica. Ao aprofundar-se no entendimento e análise de sustentabilidade de sistemas dinâmicos e multidimensionais, é perceptível o surgimento de vícios e dificuldades, desde o ponto de vista conceitual até o metodológico (MASERA et al., 2008). A maioria dos modelos de indicadores avaliam sistemas agrícolas, individualmente ou comparados. Algumas obras sugerem que é melhor desenvolver um conjunto de indicadores para avaliar sistemas de produção específicos (MEUL et al., 2008; VAN CALKER et al, 2005). Freebairn e King (2003), por exemplo, em sua obra, dizem que os indicadores dependem do contexto, da escala, e do objetivo de análise, enquanto Zhen e Routray (2003) propõem que a método de análise deve estar ligado ao contexto de sistemas agrícolas específicos.

Nem sempre o resultado obtido por estas ferramentas é de fácil utilização e entendimento por parte das comunidades alvo, ficando restrito ao uso por parte de especialistas do governo e cientistas interessados em metodologias de indicadores. A representação em gráficos do tipo radar permite uma visão abrangente de indicadores para os diferentes aspectos da sustentabilidade (BOCKSTALLER et al, 1997; GOMEZ et al, 1996; RIGBY et al, 2001). Na Universidade de Vermont (EUA), um grupo de pesquisadores adaptou, do *Dairy Farm Sustainability Toolkit* (BYLIN et al., 2004), um modelo que avalia a sustentabilidade agrícola através de uma autoavaliação, onde práticas sustentáveis são traduzidas em indicadores (MATTHEWS, 2010).

Em 1994, no México surgiu o MESMIS (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidade*), quando a Fundação Rockefeller decidiu investir em um método capaz e avaliar a sustentabilidade de sistemas de recursos naturais. Os estudos derivados deste investimento foram realizados pelo *Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada* (GIRA), pelo *Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM*, pelo *Colégio de la Frontera Sur*, e pelo *Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias de la UAEM* (MASERA et al., 2008). Até 2008, foram catalogados cerca de 40 estudos de casos que utilizaram o MESMIS para avaliação de sistemas de recursos naturais.

Desta forma o objetivo deste estudo foi de desenvolver um modelo de avaliação de indicadores baseado na metodologia MESMIS (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidade*) para sua utilização em nível de comunidades de pescadores ou extrativistas relacionados com Unidades de Conservação (UCs), tomando por base a comunidade de pescadores artesanais existente no entorno da Floresta Nacional do Ibura, nordeste do Brasil.

## O Conceito de Indicador

Segundo van der Van der Werf e Petit (2002), indicador é uma variável que reflete ou explica fenômenos ou fatos mais difíceis de compreender ou quantificar. De acordo com Mitchell et al. (1995), um indicador é uma medida alternativa usado para descrever um estado ou situação em que medições diretas não são possíveis. Os indicadores podem ser usados individualmente, como parte de um conjunto, ou agregados em um modelo ou ferramenta para aumentar a compreensão por parte das comunidades e gestores interessados (VAN PASSEL et al., 2007). As três principais funções de um indicador são: simplificar, quantificar e comunicar facilmente. Indicadores possuem diversas funções, principalmente a de facilitar a elaboração e avaliação de políticas (UNITED NATIONS, 2007). Indicadores são ferramentas concretas que apoiam o trabalho de planejamento e avaliação das políticas públicas, fortalecendo decisões, bem como a participação cidadã, para impulsionar os países rumo ao desenvolvimento sustentável (QUIROGA, 2001).

Existem três gerações de modelos de indicadores (QUIROGA, 2001). A primeira é composta pelos indicadores clássicos (a partir de 1980) que não avaliam as inter-relações entre componentes do sistema, como por exemplo: qualidade do ar, contaminação da água, desflorestamento, desertificação, dentre outros. A segunda geração (a partir de 1990) passa a construir matrizes de indicadores baseadas nas dimensões da sustentabilidade (social, ambiental, econômica e institucional), sem estabelecer, no entanto, relações entre elas, tendo como principal obra o 'Livro Azul'. A terceira geração de indicadores é composta pelos modelos, criados principalmente a partir de 1996 (Livro Azul), que buscam abordagem ecossistêmica, ou seja, baseando-se em vinculações sinérgicas e transversais entre os atributos ou dimensões da

sustentabilidade, entendendo que todos os fatores fazem parte do mesmo sistema, em diferentes abrangências (global, nacional, regional e local).

Alguns pesquisadores propõem modelos de indicadores "com um enfoque comportamental" que recomendam comunidades a adotar novas práticas que aumentem a sustentabilidade do sistema onde vivem (FREEBAIRN & KING, 2003). Neste caso, as comunidades recebem *feedback* para otimizar a gestão na exploração dos recursos naturais.

## **METODOLOGIA**

### **Estrutura Conceitual para Construção de Indicadores**

A modelo de avaliação proposto neste estudo é baseado no processo metodológico denominado MESMIS (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidade*) que prevê a realização de seis passos (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2002). Os passos desta metodologia claramente estão divididos em três fases: (a) diagnósticos prévios realizados por instituições governamentais ou privadas, para descrição dos pontos fortes e fracos do sistema; (b) determinação de indicadores para coleta e tratamento estatístico de dados; (c) proposição e execução de intervenções sociais por parte do poder público ou entidades relacionadas.

### **Definição de Sustentabilidade ao Nível da Comunidade**

Comunidades sustentáveis são aquelas que discutem participativamente, a partir da sua realidade local, estratégias que relacionem as diversas dimensões (social, ambiental, econômica, política, cultural, e ética) e atributos (produtividade, resiliência, confiabilidade, estabilidade, autogestão, equidade, e adaptabilidade), construindo ações que melhorem a qualidade de vida daquele local e do planeta como um todo. Ao nível de comunidade, um sistema de conservação da natureza é sustentável se conserva os recursos naturais fornecidos pelo ecossistema ao ponto que garante qualidade de vida para as comunidades relacionadas (VAN CAUWENBERGH et al., 2007). Landais (1998) argumenta que a comunidade deve ser caracterizada como produtiva, significando que os recursos naturais devem ser utilizados e preservados através de boas práticas para seu uso ao longo de décadas.

### **Estabelecimento de Metas de Avaliação e Princípios**

O presente teve como principais objetivos: (a) realizar levantamento documental para determinação dos pontos críticos (forças e fraquezas) relacionados à comunidade de pescadores artesanais do Povoado Estiva, no entorno da Floresta Nacional do Ibura; (b) determinar indicadores candidatos e escolher os indicadores potenciais, adaptando o MESMIS à realidade

local para mensuração dos níveis de sustentabilidade; (c) classificar os indicadores potenciais escolhidos nos componentes ou atributos de sustentabilidade (produtividade; estabilidade, resiliência e confiabilidade; adaptabilidade; equidade; autogestão) e mensurá-los por meio de levantamento de campo; (d) aplicar, através de estatística descritiva, o modelo de análise de sustentabilidade construído e demonstrar sua importância através do gráfico radar e de um índice relativo de sustentabilidade.

### Identificação, Seleção e Mensuração de Indicadores

Através de análise documental das forças e fraquezas relacionadas à Floresta Nacional do Ibura foi possível identificar variáveis (indicadores candidatos), que foram filtradas através de critérios (simples, mensuráveis, acessíveis, relevantes e oportunas) e verificadas através dos critérios críticos do MESMIS: (a) fácil de implementar; (b) imediatamente compreensíveis; (c) sensíveis a variações; (d) reprodutíveis; (e) adaptados aos objetivos e relevantes para o usuário (GIRARDIN et al., 1999; GOMEZ et al., 1996; MEUL et al., 2008). Indicadores candidatos (forças e fraquezas) são todos os elementos percebidos e de interesse para a sustentabilidade (Quadro 01), enquanto os indicadores potenciais são elementos que efetivamente podem ser mensurados e analisados com precisão (BÉLANGER et al., 2012). O modelo composto pelos indicadores potenciais (Quadro 02) é então a ferramenta a ser utilizada na análise de sustentabilidade e na construção do gráfico radar.

**Quadro 01:** Lista de indicadores candidatos, relacionados com as forças e fraquezas e respectivos atributos de sistema.

| ATRIBUTO  | FORÇAS E FRAQUEZAS  | VARIÁVEIS   |
|---|---|---|
| <b>Produtividade</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Proximidade do Rio Cotinguiba;</li> <li>Acesso por rodovia estadual e federal facilitado.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Variedade de espécies pescadas (Tipos);</li> <li>Preço de venda das espécies pescadas (R\$ por Kg);</li> <li>Tecnologia empregada na pesca (Tipos);</li> <li>Produção anual da região (Kg por ano);</li> <li>Produção por família (Kg por família);</li> <li>Produção por indivíduo (Kg por indivíduo).</li> </ul>   |
| <b>Estabilidade, Resiliência e Confiabilidade</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perda de diversidade cultural;</li> <li>Falta de serviços públicos de saúde e educação de qualidade;</li> <li>Alta migração para centros urbanos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Moradores (Qtd);</li> <li>Residências (Qtd);</li> <li>Faixa Etária da População (Idade);</li> <li>Pescadores artesanais (Qtd);</li> <li>Grupos familiares (Qtd);</li> <li>Grupos familiares de pescadores (Qtd);</li> <li>Composição da renda familiar (%; Tipos de Renda).</li> </ul>   |
| <b>Adaptabilidade</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Potencial de ecoturismo na floresta e no rio;</li> <li>Habilidades culinárias das mulheres;</li> <li>Degradação dos recursos naturais locais;</li> <li>Alta vulnerabilidade ambiental por conta de acessos;</li> <li>Poluição industrial.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativas de renda caso a pesca seja comprometida (Tipos);</li> <li>Espécies utilizadas para extrativismo vegetal (Qtd);</li> <li>Alcance máximo da pesca artesanal (Km);</li> <li>Coleta de frutos e sementes em áreas naturais protegidas (Tipos).</li> </ul>   |
| <b>Equidade</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Baixos rendimentos familiares;</li> <li>Baixa rentabilidade dos sistemas produtivos;</li> <li>Falta de emprego no local;</li> <li>Empregos gerados pela fábrica de cimentos;</li> <li>Empregos gerados pela carcinocultura.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Renda total por família discriminada por fonte (R\$ por família);</li> <li>Renda per capita (Renda total/População);</li> <li>Contribuição da Pesca para a renda familiar (R\$ por família);</li> <li>Contribuição de bolsas e subsídios para a renda familiar (R\$ por família);</li> <li>Contribuição de empregos fabris para a renda familiar (R\$ por família);</li> <li>Contribuição da piscicultura/carcinocultura para a renda familiar (R\$ por família);</li> <li>Contribuição de serviços urbanos/rurais para a renda familiar (R\$ por família);</li> <li>Contribuição de outras fontes para a renda familiar (R\$ por família).</li> </ul> |
| <b>Autogestão</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investimentos do ICMBio na gestão da FLONA do Ibura;</li> <li>Baixa capacidade organizativa e cooperativa;</li> <li>Falta de plano de manejo da FLONA do Ibura;</li> <li>Preponderância de mão de obra desqualificada.</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Organizações cooperativas ou associativas (Qtd);</li> <li>Vinculação da população à associações e cooperativas (Qtd);</li> <li>Capacitações realizadas e organismos de capacitação (Qtd, Tipo);</li> <li>Pescadores capacitados (Qtd);</li> <li>Visitas técnicas realizadas na área (Qtd por família).</li> </ul>  |

Muitas ferramentas de avaliação usam entrevistas junto às comunidades para identificar e selecionar resultados oriundos de indicadores (MEUL et al, 2008; REY-VALETTE et al., 2008; VAN CALKER et al., 2005). O questionário de pesquisa foi projetado para a escala de nível local e ainda para alimentar os dados necessários à análise dos indicadores candidatos (Quadro 01). Foram aplicadas entrevistas junto à grupos familiares, através do instrumento de pesquisa do tipo questionário, dando prioridade a entrevistar o(a) líder do referido grupo familiar. Na coleta de dados junto aos grupos familiares, não foi necessário o cálculo amostral, optando-se então por uma pesquisa censitária. Os dados foram coletados junto a cerca de 100 famílias residentes no entorno da Floresta Nacional do Ibura.

Os indicadores foram divididos em componentes (produtividade, resiliência, confiabilidade, estabilidade, autogestão, equidade, e adaptabilidade) como preconiza as fontes de literatura de referência (LÉLÉ, 1993; CONWAY, 1994; GIDSA, 1996; GALLOPIN, 2002; MASERA et al., 2008).

Além da mensuração das variáveis especificadas no quadro 01, foram coletadas informações genéricas sobre os núcleos familiares, a saber: quantidade de membros familiares, sexo, idade, estado civil, número de filhos, religião, nível de escolaridade, ocupação profissional, e nível salarial. Para avaliar a **produtividade** da pesca artesanal foram analisados os seguintes indicadores candidatos: variedade de espécies de peixes coletados; variedade de espécies de mariscos coletados; variedade de equipamentos/tecnologia empregados. Para avaliar a **resiliência**, a **confiabilidade**, e a **estabilidade** da comunidade, foram analisados os seguintes indicadores candidatos: quantidade de grupos familiares de pescadores; faixa etária da população; renda por grupo familiar de pescadores; variedade de fontes de renda familiar. Para avaliar a **autogestão** da comunidade, foram analisados os seguintes indicadores candidatos: vinculação de pescadores às associações e cooperativas; registro de capacitação para grupos de pescadores; registro de visitas técnicas à grupos de pescadores. Para avaliar a **equidade** de renda dos pescadores, foram analisados os seguintes indicadores candidatos: contribuição da pesca para a renda familiar; contribuição da piscicultura/carcinocultura para a renda familiar. Para avaliar a **adaptabilidade** da comunidade pesqueira na geração de renda, foram analisados os seguintes indicadores candidatos: alcance máximo da pesca artesanal; variedade de espécies e derivados no extrativismo vegetal.

## **Análise Estatística**

Após coleta de dados, alguns indicadores candidatos não apresentaram resultados significantes, sendo descartados, para composição do modelo resultante de indicadores potenciais. A estatística descritiva analisou censitariamente (N=100) os parâmetros mínimos (MIN), médios (MED), desejáveis (P75), e máximos (MAX). O modelo resultante é composto por 14 indicadores de sustentabilidade, distribuídos nos atributos: (a) produtividade; (b) estabilidade, resiliência e confiabilidade; (c) adaptabilidade; (d) equidade; (e) autogestão.

Os parâmetros de referência do sistema são definidos como um nível ótimo (MAX), e um nível não desejado de sustentabilidade (Mitchell et al., 1995). O valor médio (MED) representa a situação diagnosticada do indicador potencial, sendo considerada a média das médias de indicadores o índice relativo de sustentabilidade (IRS). Os valores do percentil 75 (P75) representam referências do próprio sistema com avanço além da média, tornando-se referência para melhoria do IRS. O percentil já foi utilizado em outros contextos para avaliar os resultados de uma ferramenta de monitoramento de sistemas ambientais (VASSEUR et al., 2010).

Os indicadores têm unidades de medida específicas, e diferentes entre si, por isto a conversão em percentuais foi necessária para homogeneizar os resultados a serem aplicados na produção dos gráficos, e no cálculo do IRS. Assim, foi possível ter uma pontuação que simplifica a comparação de diferentes sistemas, e do mesmo sistema na escala temporal, melhorando a apresentação dos resultados em gráficos do tipo Radar (Figura 01).

A pesquisa foi analisada e aprovada pelo Parecer Consubstanciado de Projeto de Pesquisa emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tiradentes através do Protocolo nº 110712, em 25 de julho de 2012.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A escolha dos indicadores potenciais (Quadro 02) foi baseada nas percepções obtidas durante a coleta de dados. Priorizando os indicadores candidatos que possam ser facilmente calculados e compreendidos pelos públicos relacionados. Embora apenas a coleta de dados não permita validar o modelo, é possível perceber que os indicadores potenciais são de fácil mensuração e cálculo. Neste ponto existe um risco de perder informações, ao descartar alguns indicadores candidatos, porém como Goodland (1995) afirma, é melhor estar aproximadamente certo do que precisamente errado.

### **Resultados da Mensuração de Indicadores Finais**

Os resultados para cada indicador são apresentados no quadro 02 com base em 36% dos grupos familiares, ou seja, os que se autodenominaram pescadores artesanais ou extrativistas. Se um indicador tem o valor máximo ou mínimo em todos os grupos familiares, não há razão para rejeitá-lo, mas sim, indica que a família já conseguiu êxito neste parâmetro, ou precisa melhorá-lo. Um modelo de indicadores em nível de comunidade pode mostrar com maior eficiência as consequências de decisões de gestão se avaliado repetidamente ao longo dos anos (HALBERG, 1999). Neste estudo foi realizada apenas uma avaliação pontual na escala temporal, esta desvantagem pode ser amenizada, envolvendo a comunidade em autoavaliações a serem estimuladas pela gestão da unidade de conservação e governos locais.

O planejamento de estratégias sustentáveis deve começar na comunidade, e não somente a partir de ações dos gestores públicos ou empresas privadas. A melhor maneira de interpretar os

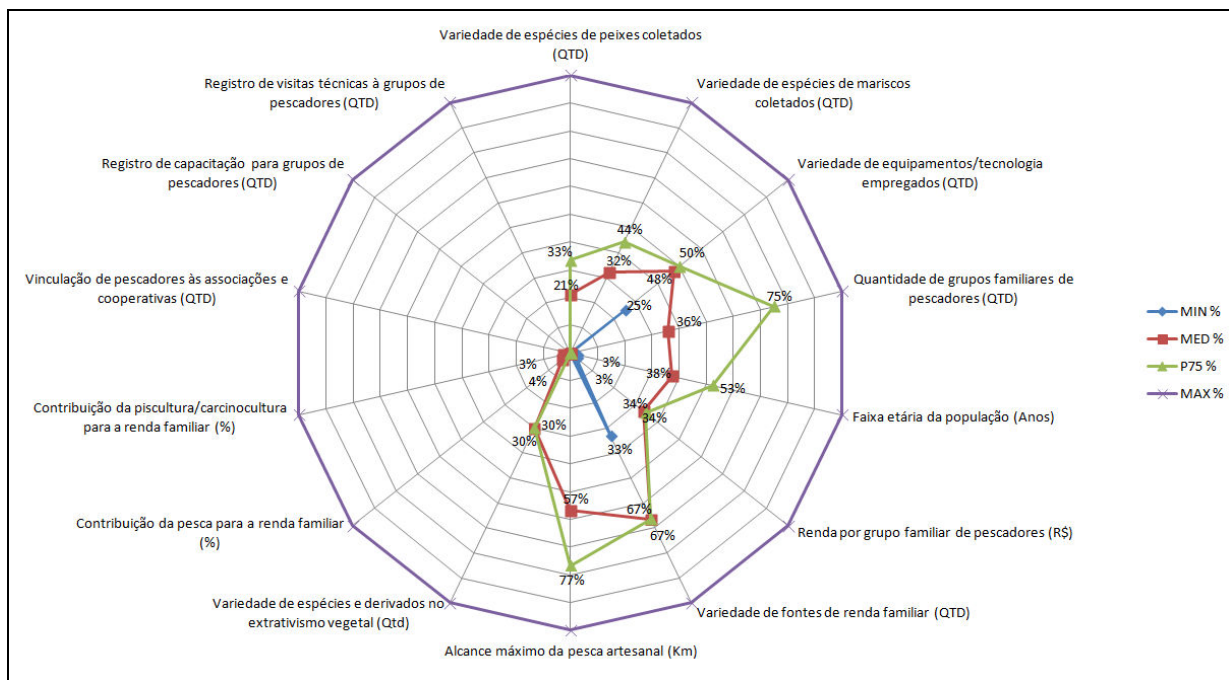
resultados é através da comparação com outras comunidades semelhantes (TZILIVAKIS & LEWIS, 2004).

**Quadro 02:** Resultados da avaliação de sustentabilidade da pesca artesanal no entorno da Floresta Nacional do Ibura, Brasil, em 2012.

| Componente                                 | Indicador (Unidade de Medida)   | MIN | MED    | P75 | MAX  | MIN % | MED % | P75 % | MAX % |
|--|---|-----|--------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| Produtividade                              | Variedade de espécies de peixes coletados (QTD)                       | 0   | 1,9    | 3   | 9    | 0%    | 21%   | 33%   | 100%  |
|  | Variedade de espécies de mariscos coletados (QTD)                     | 0   | 2,9    | 4   | 9    | 0%    | 32%   | 44%   | 100%  |
|  | Variedade de equipamentos/tecnologia empregados (QTD)                 | 1   | 1,9    | 2   | 4    | 25%   | 48%   | 50%   | 100%  |
| Estabilidade, Resiliência e Confiabilidade | Quantidade de grupos familiares de pescadores (QTD)                   | 0   | 36     | 75  | 100  | 0%    | 36%   | 75%   | 100%  |
|  | Faixa etária da população (Anos)                                      | 2   | 30     | 42  | 80   | 3%    | 38%   | 53%   | 100%  |
|  | Renda por grupo familiar de pescadores (R\$)                          | 70  | 834,69 | 858 | 2488 | 3%    | 34%   | 34%   | 100%  |
|  | Variedade de fontes de renda familiar (QTD)                           | 1   | 2      | 2   | 3    | 33%   | 67%   | 67%   | 100%  |
| Adaptabilidade                             | Alcance máximo da pesca artesanal (Km)                                | 0   | 1,7    | 2,3 | 3    | 0%    | 57%   | 77%   | 100%  |
|  | Variedade de espécies e derivados no extrativismo vegetal (Qtd)       | 0   | 0,3    | 0,3 | 1    | 0%    | 30%   | 30%   | 100%  |
| Equidade                                   | Contribuição da pesca para a renda familiar (%)                       | 0   | 4      | 0   | 100  | 0%    | 4%    | 0%    | 100%  |
|  | Contribuição da piscicultura/carcinocultura para a renda familiar (%) | 0   | 0,3    | 0   | 12   | 0%    | 3%    | 0%    | 100%  |
| Autogestão                                 | Vinculação de pescadores às associações e cooperativas (QTD)          | 0   | 0      | 0   | 36   | 0%    | 0%    | 0%    | 100%  |
|  | Registro de capacitação para grupos de pescadores (QTD)               | 0   | 0      | 0   | 36   | 0%    | 0%    | 0%    | 100%  |
|  | Registro de visitas técnicas à grupos de pescadores (QTD)             | 0   | 0      | 0   | 36   | 0%    | 0%    | 0%    | 100%  |

Índice Relativo de Sustentabilidade: **MED% = 26%**    **P75% = 33%**

**Legenda:** MIN - Mínimo; MED - Média; P75 - Percentil 75; MAX - Máximo.



**Figura 01:** Gráfico radar resultante da avaliação de sustentabilidade da pesca artesanal no entorno da Floresta Nacional do Ibura, Brasil, em 2012.

Ao analisar os resultados obtidos na combinação de indicadores de **Produtividade**, observa-se que a área de abrangência de pesca proporciona uma amplitude de 09 espécies de peixes, somadas com 09 espécies de mariscos, já conhecidas e coletadas por esta comunidade. No entanto, os dados revelam que em média cada grupo familiar coleta aproximadamente 02 espécies de peixes e 03 espécies de mariscos, o que representa apenas 22% e 33% do potencial de diversidade de espécies da região. Esta deficiência de produtividade está relacionada com a



carência de capacidade e diversidade de uso de equipamentos e técnicas de pesca, tendo em vista que a maioria dos pescadores utiliza apenas a pesca manual ou de rede de arrasto.

Ao observar os indicadores de '**Estabilidade, Resiliência e Confiabilidade**' e de **Equidade** percebe-se que a pesca e aquicultura, apesar de natural e geograficamente oportunas, não são a base econômica da localidade, que tem seu sustento baseado em serviços informais (71,4%), acompanhado pelas vagas de emprego oferecidas pelas indústrias do entorno (17,8%), pela concessão de bolsas pelo governo federal (9,0%), tendo em última instância a renda gerada pela pesca e piscicultura, que somadas representam apenas 1,7% da renda mensal total das 36 famílias de pescadores. A faixa etária média entre as famílias de pescadores é de 30 anos, no entanto apenas 25% deste grupo está contido na faixa entre 42 (P75) e 80 (MAX), o que demonstra um êxodo do local em busca de outras fontes de renda. Em média cada grupo familiar tem 02 (duas) fontes de renda. Apesar de registro de renda mensal familiar de R\$2.488,00 (MAX), e de uma maioria recebendo mensalmente entre de R\$834,69 (MED) e R\$858,00 (P75), é preocupante a situação de algumas famílias, mais próximas do limite mínimo identificado de R\$70,00 (MIN).

Os indicadores de **Adaptabilidade** demonstram que a comunidade não tem capacidade técnica e instrumental de estender a área de coleta por mais de 3,0 quilômetros, ou seja, a pesca é realizada apenas no entorno da Floresta Nacional do Ibura. Em média estes extrativistas se deslocam de suas residências uma distância média de 1,7 quilômetros para a coleta. O extrativismo é predominantemente animal, pois a única fonte de coleta vegetal é a lenha.

Apesar dos esforços na coleta de dados, os indicadores de **Autogestão** não apresentaram registros de ocorrência, o que significa que a população é totalmente alheia a qualquer conhecimento, técnica ou instrumento de gerenciamento de recursos econômicos e naturais relacionados à atividade extrativista ou pesqueira. Não existem organizações comunitárias, do tipo associação ou cooperativa no local, e nem mesmo qualquer família de pescador ou não pescador recebeu qualquer capacitação ou visita técnica por parte das indústrias de entorno, gestores Floresta Nacional do Ibura, de organizações não governamentais, ou mesmo do governo local.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstram que é possível realizar análises matemáticas relacionadas à sustentabilidade de sistemas de recursos naturais, tendo no MESMIS e em suas adaptações uma ferramenta poderosa de obtenção do cálculo final do Índice Relativo de Sustentabilidade (IRS). Constatou-se que o IRS ( $\overline{MED\%}$ ) da comunidade pesqueira do entorno da Floresta Nacional do Ibura é de 26%.

Os níveis calculados de sustentabilidade podem ser melhorados significativamente com intervenções nos componentes (atributos) do quadro 02, em especial no componente Autogestão que está refletindo negativamente em todos os demais. Uma referência para melhoria de

sustentabilidade do sistema é média dos resultados do percentil 75 ( $\overline{P75\%}$ ) que foi de 33%. Esta melhoria da qualidade de vida desta comunidade poderá ser estimulada através da criação de associações e cooperativas, da realização de capacitações e visitas técnicas, tudo relacionado à melhoria das condições técnicas, instrumentais, e econômicas da pesca e aquicultura no local.

Um melhor entendimento das condições de vida desta comunidade de pescadores artesanais poderá ser obtido com a repetição desta análise de indicadores ao longo de outros espaços temporais, e ainda da comparação destes dados com outras comunidades semelhantes existentes neste e noutras regiões. Novas medições poderão contribuir para agregar novos indicadores ao modelo proposto, e ainda para evolução da metodologia de análise estatística do mesmo. Futuras pesquisas podem contribuir ainda com a atribuição de pontuações diferenciadas para os indicadores utilizados.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos alunos, pesquisadores e docentes do Núcleo de Pesquisa em Saúde e Ambiente (NPSA), da Universidade Tiradentes (UNIT), que realmente estiveram preocupados e envolvidos com o sucesso desta pesquisa. Estendemos o agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação do Brasil por financiar este importante estudo.

## REFERÊNCIAS

BÉLANGER, V.; VANASSE, A.; PARENT, D.; ALLARD, G.; PELLERIN, D.. Development of agri-environmental indicators to assess dairy farm sustainability in Quebec, Eastern Canada. **Ecological Indicators**, v.23, p.421-430, 2012.

BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P.; van der WERF, H. M. G.. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. **Eur. J. Agron.**, v.7, p.261-270, 1997.

BYLIN, C.; MISRA, R.; MURCH, M.; RIGTERINK, W.. **Sustainable agriculture**: development of an on-farm assessment tool. Center for Sustainable Systems, Report No. CSS04-03, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan. 2004.

CONWAY, G. R.. Sustainability in agricultural development: trade-offs between productivity, stability and equitability. **Journal for Farming System Research-Extension**, v.4, n.2, p.1-14, 1994.

FREEBAIRN, D. M., KING, C. A.. Reflections on collectively working toward sustainability: indicators for indicators. **Aust. J. Exp. Agric.**, v.43, p.223-238, 2003.

GALLOPIN, C. G.. Planning for resilience: scenarios, surprises and branch points. In: GUNDERSON, H. L.; HOLLING, C. S.. **Panarchy**: understanding transformations in human and natural systems. Londres: Island Press, 2002. p.361-392

GIDSA. **Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales.Semillas para el futuro**. Morelia: GIDSA, 1996.

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C., van der WERF, H. M. G.. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **J. Sustain. Agric.**, v.13, p.5-21, 1999.

- GOMEZ, A. A.; SWETE-KELLY, D. E.; SYERS, J. K.; COUGHLAN, K. J.. Measuring sustainability of agricultural systems at farm level methods for assessing soil quality. **Soil Science Society of America**, Madison: 1996.
- GOODLAND, R.. The concept of environmental sustainability. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v.26, 1-24, 1995.
- HALBERG, N.. Indicators of resource use and environmental impact for use in a decision aid for Danish livestock farmers. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.76, p.17-30, 1999.
- HANSEN, J. W.. Is agricultural sustainability a useful concept?. **Agric. Syst.**, v.50, p.117-143, 1996.
- LANDAIS, E.. Agriculture durable: les fondements d'un nouveau contrat social. **Courrier de l'Environnement de l'INRA**, v.33, p.5-22, 1998.
- LÉLÉ, S. M.. **Sustainability**: a plural, multi-dimensional approach. Oakland: Pacific Institute for Studies in Development, Environment & Security, 1993.
- LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M.. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems: the MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v.2, p.135-148, 2002.
- MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; GALVÁN-MIYOSHI, Y.; ORTIZ-ÁVILA, T.; GARCÍA-BARRIOS, L. E.; GARCÍA-BARRIOS, R.; GONZÁLEZ, C.; SPEELMAN, E.. El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. In: ASTIER, M.; MASERA, O. R.; GALVÁN-MIYOSHI, Y.. **Evaluación de sustentabilidad: um enfoque dinámico y multidimensional**. Valencia: Imag Impressions, 2008.
- MATTHEWS, A.. **Dairy Stewardship Alliance**: Sustainability indicators for dairy farms: final report. Vermont: University of Vermont, Center for Sustainable Agriculture, 2010.
- MEUL, M.; van PASSEL, S.; NEVENS, F.; DESSEIN, J.; ROGGE, E.; MULIER, A.; van HAUWERMEIREN, A.. MOTIFS: a monitoring tool for integrated farm sustainability. **Agron. Sustain. Dev.**, v.28, p.321-332, 2008.
- MITCHELL, G.; MAY, A.; MCDONALD, A.. PICABUE: a methodological framework for the development of indicators of sustainable development. **Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.**, v.2, p.104-123, 1995.
- PANNELL, D. J.; GLENN, N. A.. A framework for the economic evaluation and selection of sustainability indicators in agriculture. **Ecol. Econ.**, v.33, p.135-149, 2000.
- QUIROGA, R.. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible**: estado del arte y perspectivas. Santiago do Chile: CEPAL, 2001. (Serie Manuales n.16)
- 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.. **Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture**. Montpellier: EVAD, 2008.
- RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T.; BURTON, M.. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. **Ecol. Econ.**, v.39, p.463-478, 2001.
- SINGH, R. K.; MURTY, H. R.; GUPTA, S. K.; DIKSHIT, A. K.. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecol. Indic.**, v.9, n.2, p.189-212, 2009.
- TZILIVAKIS, J.; LEWIS, K. A.. The development and use of farm-level indicators in England. **Sustain. Dev.**, v.12, p.107-120, 2004.
- UNITED NATIONS. **Indicators of sustainable development**: guidelines and methodologies. 3 ed. New York: United Nations Publication, 2007.
- VAN CALKER, K. J.; BERENTSEN, P. B. M.; GIESEN, G. W. J.; HUIRNE, R. B. M.. Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. **Agric. Human Values**, v.22, p.53-63, 2005.
- VAN CAUWENBERGH, N.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; FRANCHOIS, L.; CIDAD, V. G.; HERMY, M.; MATHIJS, E.; MUYS, B.; REIJNDERS, J.; SAUVENIER, X.; VALCKX, J.; VANCLOOSTER, M.;

van der VEKEN, B.; WAUTERS, E.; PEETERS, A.. SAFE: a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.120, p.229-242, 2007.

VAN DER WERF, H. M. G.; PETIT, J.. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.93, p.131-145, 2002.

VAN PASSEL, S.; NEVENS, F.; MATHIJS, E.; van HUYLENBROECK, G.. Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency. **Ecol. Econ.**, v.62, p.149-161, 2007.

VASSEUR, E.; RUSHEN, J.; PASSILLÉ, A. M.; LEFEBVRE, D.; PELLERIN, D.. An advisory tool to improve management practices affecting calf and heifer welfare on dairy farms. **J. Dairy Sci.**, v.93, p.4414-4426, 2010.

ZHEN, L.; ROURAY, J. K.. Operational indicators for measuring agricultural sustainability in developing countries. **Environ. Manage.**, v.32, p.34-46, 2003.