



# INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E ATRIBUTOS DE REFERÊNCIA

PARA O TRECHO  
URUCU-COARI-MANAUS,  
RIO SOLIMÕES,  
AMAZÔNIA OCIDENTAL



# Piatam

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

REITORA

**Prof.ª Dr.ª Márcia Perales Mendes Silva**

VICE-REITOR

**Prof. Dr. Hedinaldo Narciso Lima**

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

DIRETOR

**Dr. Adalberto Luis Val**

VICE-DIRETOR

**Dr. Wanderli Pedro Tadei**

FUNDAÇÃO CENTRO DE ANÁLISE, PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA – FUCAPI

DIRETORA-PRESIDENTE

**Dra. Isa Assef**

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA - COPPE

DIRETOR

**Prof. Dr. Luiz Pinguelli Rosa**

VICE-DIRETOR

**Prof. Dr. Aquilino Senra**

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS – FINEP

PRESIDENTE

**Prof. Dr. Glauco Antonio Truzzi Arbix**

COORDENAÇÃO GERAL – PIATAM-UFAM

**Prof. Dr. Alexandre Almir Ferreira Rivas**

**Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas**

COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL – INPA

**Prof. Dra. Vera Maria Fonseca de Almeida e Val**

COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL – FUCAPI

**Dr. Carlos Renato Santoro Frota**

COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL – COPPE

**Prof. Dr. Luiz Landau**

ÁREA DE COMUNICAÇÃO, DESIGN E MULTIMÍDIA – PIATAM-UFAM

**Prof. Dr. Jackson Colares da Silva**

Os Coordenadores do Piatam agradecem à Universidade Federal do Amazonas – UFAM; ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – COPPE; à Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e à universidade norte-americana Washington and Lee, instituições parceiras que consolidam a qualidade científica e o caráter interdisciplinar do Projeto e cujas contribuições foram essenciais à produção desta obra.

Por sempre acreditarem no grande valor do Piatam como instrumento de produção do conhecimento e de desenvolvimento de tecnologias para o monitoramento e gestão ambiental, o nosso muito obrigado.

# INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E ATRIBUTOS DE REFERÊNCIA PARA O TRECHO URUCU-COARI-MANAUS, RIO SOLIMÕES, AMAZÔNIA OCIDENTAL

Organizadores:

Kátia Viana Cavalcante

Alexandre A. F. Rivas

Carlos Edwar C. Freitas

Renata R. Mourão

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Jackson Colares

COORDENAÇÃO VISUAL

Marcicley Reggo

FOTOS

Acervo Instituto Piatam

REVISÃO

José Alonso Torres Freire

Cláudia Adriane Souza

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Gráfica Moderna

FICHA CATALOGRÁFICA

Icaro Verçosa dos Santos – CRB 11 287

---

I39 Indicadores socioambientais e atributos de referência para o trecho Urucu-Coari-Manaus, rio Solimões, Amazônia Ocidental. / Organizadores, Kátia Viana Cavalcante, Alexandre Almir Ferreira Rivas, Carlos Edwar de Carvalho Freitas, Renata R. Mourão. – 2. ed. rev.– Manaus: Reggo Edições, 2011.

176p.

ISBN 978-85-63651-08-2

1. Projeto Piatam 2. Gestão ambiental 3. Políticas ambientais 4. Impactos socioambientais 5. Desenvolvimento regional – Estudos I. Cavalcante, Kátia Viana II. Rivas, Alexandre Almir Ferreira III. Freitas, Carlos Edwar de Carvalho IV. Renata R. Mourão.

CDD 363.798113

22. ed.

---

2011

**REGGO EDIÇÕES**

Av. Djalma Batista, 1661 – Chapada

Millenium Business Tower – sl. 1308

69050-010 – Manaus-AM-Brasil

www.reggo.com.br

*Agradecimentos à equipe Piatam: pesquisadores, bolsistas, administrativos, técnicos de laboratório, técnicos de campo e aos comunitários que, de uma forma ou de outra, têm contribuído para a construção do projeto.*



# SUMÁRIO

PREFÁCIO .....	11
----------------	----

## PARTE I

### SISTEMA DE INDICADORES DO PIATAM

#### O SISTEMA DE INDICADORES PIATAM

1. O QUE É O PIATAM? .....	17
2. O QUE SÃO INDICADORES? .....	17
3. A CRIAÇÃO DE INDICADORES PIATAM .....	18
4. AS METAS DOS INDICADORES PIATAM .....	18
5. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DOS INDICADORES .....	19
6. O INTERVALO DE TEMPO ABORDADO .....	19
7. ÁREA DE ESTUDO .....	19
8. O QUE VAI SER APRESENTADO .....	19
REFERÊNCIAS .....	20

#### O SISTEMA DE INDICADORES DO PIATAM – METODOLOGIA PROPOSTA

1. INTRODUÇÃO .....	21
2. HISTÓRICO .....	22
3. PROTÓTIPO DO SIP .....	25
4. ARQUITETURA DO SIP .....	26
5. CONSIDERAÇÕES .....	37
REFERÊNCIAS .....	39

## PARTE II

### MEIO SOCIOECONÔMICO

#### INDICADORES DE ATIVIDADE AGRÍCOLA FAMILIAR

1. CONTEXTO .....	43
2. CONSTRUÇÃO .....	44
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR .....	45
4. RESULTADOS ALCANÇADOS .....	46
REFERÊNCIAS .....	47

#### ÍNDICE DE ATIVIDADE PESQUEIRA DE COMUNIDADES RIBEIRINHAS

##### DO MÉDIO E BAIXO RIO SOLIMÕES

1. CONTEXTO .....	49
2. CONSTRUÇÃO .....	51
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR .....	51
4. RESULTADOS ALCANÇADOS .....	52
REFERÊNCIAS .....	55

## ÍNDICE DE CIDADANIA DAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PIATAM

1. CONTEXTO .....	.57
2. CONSTRUÇÃO .....	.59
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR .....	.59
REFERÊNCIAS .....	.64

## ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO PIATAM

1. CONTEXTO .....	.65
2. CONSTRUÇÃO .....	.66
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR .....	.66
4. RESULTADOS ALCANÇADOS .....	.69
REFERÊNCIAS .....	.69

## RENDA E POBREZA NAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PROJETO PIATAM

1. CONTEXTO .....	.71
2. CONSTRUÇÃO .....	.72
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR .....	.72
4. RESULTADOS ALCANÇADOS .....	.73
REFERÊNCIAS .....	.75

## EVOLUÇÃO DOS ROYALTIES REPASSADOS AOS MUNICÍPIOS DAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PROJETO PIATAM

1. CONTEXTO .....	.77
2. CONSTRUÇÃO .....	.78
3. MÉTODOS PARA CÁLCULO DO INDICADOR .....	.79
4. RESULTADOS ALCANÇADOS .....	.79
REFERÊNCIAS .....	.84

## INDICADORES ENTOMOLÓGICOS E O RISCO DE TRANSMISSÃO DE MALÁRIA NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO PIATAM

1. CONTEXTO .....	.85
2. CONSTRUÇÃO .....	.86
3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR .....	.87
4. RESULTADOS ALCANÇADOS .....	.88
REFERÊNCIAS .....	.94
COLABORADORES .....	.94



PARTE III  
MEIO BIÓTICO

INDICADORES BIOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA

1. CONTEXTO	.97
2. CONSTRUÇÃO	.98
3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	.99
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	.101
REFERÊNCIAS	.103
COLABORADORES	.104

INDICADORES DE PRESENÇA DE LARVAS DE PEIXES NO RIO SOLIMÕES  
ENTRE COARI E MANAUS

1. CONTEXTO	.105
2. CONSTRUÇÃO	.106
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	.107
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	.108
REFERÊNCIAS	.112

INDICADORES EM ECOTOXICOLOGIA

1. CONTEXTO	.113
2. CONSTRUÇÃO	.114
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	.114
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	.116
REFERÊNCIAS	.117
COLABORADORES	.118

INDICADORES DE INSETOS DE IMPORTÂNCIA AGROFLORESTAL  
NO TRECHO PIATAM

1. CONTEXTO	.119
2. CONSTRUÇÃO	.120
3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	.121
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	.122
REFERÊNCIAS	.124
COLABORADORES	.125

INDICADORES DE PRESSÃO E DE ESTADO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NAS  
COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PIATAM

1. CONTEXTO	.127
2. CONSTRUÇÃO	.128
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	.128
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	.130
REFERÊNCIAS	.131

## INDICADORES MACRÓFITAS AQUÁTICAS

1. CONTEXTO	133
2. CONSTRUÇÃO	134
3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	135
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	137
REFERÊNCIAS	143

## PARTE IV

### MEIO FÍSICO

#### ATRIBUTOS QUÍMICOS E COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SOLOS NA ÁREA DE ESTUDO DO PIATAM

1. CONTEXTO	147
2. CONSTRUÇÃO	148
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	148
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	150
REFERÊNCIAS	153

#### ALGUNS ATRIBUTOS LIMNOLÓGICOS

1. CONTEXTO	155
2. CONSTRUÇÃO	157
3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR	157
4. RESULTADOS ALCANÇADOS	158
REFERÊNCIAS	161

## PARTE V

### CONCLUSÃO

#### O SISTEMA DE INDICADORES DO PIATAM E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENTENDIMENTO DA AMAZÔNIA

1. INTRODUÇÃO	165
2. A CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE INDICADORES	166
3. SÍNTESE DOS INDICADORES	169
4. PRÓXIMOS PASSOS	171
REFERÊNCIAS	172

BIOGRAFIA DOS AUTORES	173
-----------------------	-----

# PREFÁCIO

Este livro apresenta um dos principais produtos do projeto Piatam, que se constitui num conjunto de indicadores da dinâmica dos processos biológicos, socioeconômicos e dos meios físicos da Amazônia na área de influência do trecho Coari-Manaus. O pressuposto básico da construção desses indicadores é a pesquisa científica e as ações de campo, gerando ao final conhecimento da evolução das condições ambiental e socioeconômica das comunidades próximas aos locais de maior risco potencial de acidentes ambientais, com referência ao transporte dutoviário e fluvial de petróleo e derivados.

Tais indicadores foram construídos a partir das séries históricas de dados residentes na Base de Dados Integrada (BDI) do Piatam. Em sua concepção, foram utilizados relacionamentos entre feições cartográficas e os correspondentes registros na BDI. Tal conjunto de operações geográficas forneceu subsídios para definição de índices sociais, econômicos e ambientais dessas comunidades no trecho Coari-Manaus e para a elaboração de análises correlatas.

Por fim, a geração de conhecimento e o acúmulo de dados e informações sistematizados na BDI, constituem acervo robusto e com forte base científica para a toda região.

*Fernando Pellon de Miranda, Ph.D.*  
COPPE/UFRJ





**PARTE I**

---

SISTEMA DE  
INDICADORES  
DO PIATAM



# O SISTEMA DE INDICADORES PIATAM

Alexandre Rivas  
Kátia Viana Cavalcante  
Carlos Edwar de C. Freitas

A busca de contextualização no debate acerca das funções (e obrigações) do conhecimento científico e da produção para com as questões ambientais traz de volta um sentimento de conforto, uma vez que, no seu início, essa relação estava bem explicitada, porém, durante o desenrolar dos fatos, esse elo foi se distanciando, tornando-se tênue em setores que tratam de ciência e meio ambiente.

Faz-se necessário destacar o contraponto e como esse processo acontece. A partir de olhares, o Piatam se propõe a isso, afinal, a interpretação do fenômeno natural, como fazendo parte de um todo articulado, resulta, naturalmente, no desenvolvimento de relações de interação e implica numa noção de dinamismo mecanicista, ausente na busca de elementos de equilíbrio e regularidade (NEVES, 1996). O paradigma mecanicista que rege a academia e a sociedade oferece a visão do universo como um sistema no qual tudo é constituído por blocos, por partes dissociadas. O trato científico da região amazônica requer lidar com um número muito grande de elementos, reconhecendo as relações existentes entre eles. A relação necessita ser vista como uma teia (rede) de fenômenos que estão interconectados e são interdependentes.

Vieira (2005) afirma que, ao acessar a gramaticidade do real, por meio da atividade científica, que é acima de tudo indicial, captura-se e analisa-se os índices, que indiretamente falam do real. Esses signos fazem a mediação entre o sujeito e os processos que perturbam a realidade, sendo estes registrados em cadeias de diferenças, que são informações (sinais científicos e complexidade). A identificação da informação relevante, capaz de potencialmente esclarecer a existência de quaisquer processos não-sustentáveis de desenvolvimento na relação entre sociedade e meio ambiente, é algo somente possível para uma sociedade se ela dispuser de instrumentos científicos, técnicos e políticos constituídos com essa finalidade (FENZL, 1997).

Esses instrumentos estão postos e são apresentados por meio da construção de série histórica, necessária ao monitoramento ambiental, pois constituem a linha de base a partir da qual o monitoramento se desenvolve. A identificação, a avaliação e a busca de solução de problemas ambientais têm se apoiado no entendimento de indicadores e atributos socioambientais e na obtenção de informações sobre uma realidade, indicadores que mensurem as características mais relevantes do sistema e que, ao mesmo tempo, forneçam respostas a situações de perturbações.

É praticamente impossível medir e interpretar todos os fatores ou variáveis que caracterizam um ambiente. Dessa forma, além de ampliar a compreensão sobre os sistemas socioambientais, este trabalho representa um passo adicional aos esforços que ora estão sendo empreendidos por pesquisadores do projeto Piatam no sentido de melhor entender o sistema amazônico, incluindo visões reducionistas e holísticas, a fim de contribuir para a diminuição da atual situação de dispersão e, por que não dizer, insuficiência de informação sobre o ambiente e os seus valores naturais. A percepção de questões relacionadas com o ambiente e com o planejamento são extraordinariamente diversas sendo, por isso, cada vez mais importante estruturar medidas, ações e instrumentos coerentes e adequados aos diferentes níveis, numa perspectiva de redução dos danos causados por impactos ambientais.

Ao longo deste trabalho, procurou-se mostrar que construir bons indicadores não é trivial, mas que pode e deve ser feito. A construção da Base de Dados Integrada – Piatam agregou e facilitou a manipulação de grandes massas de dados, permitindo a padronização de procedimentos para extrair informações multidimensionais e multitemáticas com um nível mínimo de esforço (uma vez disponíveis os algoritmos pertinentes).

A comunidade de pesquisadores deverá constantemente revê-los, questioná-los, discuti-los e divulgá-los de forma clara e sem ambigüidades, tanto a informação que eles contêm, como a que eles não contêm, com respeito ao processo a que estão associados e isso foi realizado ao longo das quatro versões do Piatam, conforme pode ser visto no esquema apresentado no último capítulo.



## 1. O QUE É O PIATAM?

É um projeto interinstitucional e interdisciplinar que envolve instituições de ensino e pesquisa e tem como principal meta a caracterização socioambiental da área de atuação da indústria do petróleo no Estado do Amazonas. Essa caracterização se dá por meio da construção de séries históricas, necessárias ao monitoramento ambiental, aprimorando o conhecimento e o entendimento sobre a região. O projeto possui uma base de dados de natureza ambiental e socioeconômica, constituída de dados de trabalho de campo, coletados por pesquisadores de várias áreas temáticas, assim como arquivos de imagens de satélites, de radares, mosaicos georreferenciados, mapas, croquis, fotografias, etc. A caracterização atual do nível de evolução tecnológica do Projeto não é a centralidade de conhecimento e informação, e sim o ciclo de realimentação cumulativo entre a inovação e seu uso, gerando informações que devem ser utilizadas pela dita indústria nas análises de risco da atividade de produção, transporte e distribuição de petróleo e seus derivados na Amazônia.

## 2. O QUE SÃO INDICADORES?

A etimologia do termo origina-se do Latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar (HAMMOND et al., 1995), sendo, portanto, o objetivo principal de indicadores o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância seja mais aparente. Um indicador, segundo Abbot e Guijt (1999), é algo que auxilia a transmitir um conjunto de informações sobre complexos processos, eventos ou tendências.

Para Mitchell (1997), um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade. Já Beaudoux et al. (1993) afirmam que os indicadores servem para medir e comparar, sendo ferramentas que auxiliam na tomada de decisões e não métodos. Esses autores ainda destacam que se tem de evitar asfixiar uma ação com uma sujeição demasiado rígida aos indicadores. Brenbrook e Groth III (1996) concordam com a visão de Mitchell, e consideram que um indicador, em si, é apenas uma medida, não tendo poder de previsão ou, sendo uma medida estatística definitiva, tampouco uma evidência de causalidade. Para esses autores, os indicadores apenas constatarem uma dada situação.

Indicador pode ser entendido como uma variável de representação operacional de um atributo (qualidade, característica, propriedade) de um sistema. No contexto ambiental, o indicador é constituído por um conjunto de parâmetros representativos, concisos e fáceis de interpretar, são utilizados para ilustrar as principais características ambientais de uma área ou de um determinado território. Os indicadores constituem hoje uma componente de avaliação espacial de extrema importância, capaz de desencadear processos de observação ambiental, coerentes e adequados à realidade.

No presente estudo, entende-se indicador como uma instrumento que permite a avaliação de um sistema e que determina o nível ou a condição em que esse sistema deve ser mantido, sendo, portanto, uma representação didática da realidade (CARVALHO, 2006).

### 3. A CRIAÇÃO DE INDICADORES PIATAM

Na construção de indicadores para o projeto Piatam buscou-se selecionar “informações chaves” da estrutura, da composição e do funcionamento do ecossistema (WAICHMAN, 2003). Tendo por base, portanto, a teoria de sistema, torna-se possível sua aplicação, devido à existência do modelo de informação que é capaz de reproduzir a realidade estudada a partir da série histórica que está sendo construída, desde o ano de 2001, com um bom grau de precisão.

Diferentes categorias de indicadores devem sinalizar, em conjunto, para a direção de padrões ambientais. A visualização dessa situação, no Piatam, ocorre pelo entendimento da dinâmica que liga os diferentes processos, sejam eles físicos, ecológicos, econômicos ou sociais, dentro do contexto amazônico. A conexão desses processos demonstra o quadro de transformação na região e os indicadores refletem a dinâmica de um processo essencialmente sistêmico, em que o comportamento apresentado por um sistema emerge das relações organizacionais entre seus elementos. Esse comportamento não se encontra presente em nenhuma de suas partes individualmente.

Nessas condições e no âmbito do Projeto, afigura-se útil o Sistema de Indicadores Piatam (SIP) de apoio ao planejamento, com o intuito de fornecer ao processo, monitoramento - um instrumento de observação socioambiental; disponibilizando técnicas de simulação, de cálculo e de modelagem e tomando o potencial da quantificação como instrumento de referência. Assim, a utilização do conjunto de indicadores Piatam, apoiado nos dados armazenados na BDI e utilizados em plataformas compatíveis, permite, acima de tudo, atribuir uma racionalidade acrescida às decisões sobre iniciativas relevantes dentro da temática ambiental estudada no Projeto.

### 4. AS METAS DOS INDICADORES PIATAM

O objetivo principal é produzir o uso do sistema de indicadores ambientais, incorporando a generalidade dos potenciais indicadores aos diversos níveis de intervenção ambiental e planejamento, cuja aplicação permite realizar um diagnóstico da situação ambiental e das dinâmicas de mudança em presença e em perspectiva, da área de aplicação e atuação.

Pretende-se, ainda, que o Sistema de Indicadores Piatam (SIP) constitua um instrumento flexível, evolutivo e orientador de avaliação das opções de planejamento no contexto do ambiente e da sustentabilidade, estabelecendo um arranjo e um ordenamento da informação, veiculando uma filosofia ou visão “unificadora” do ambiente.

Por fim, objetiva-se fornecer à sociedade um conjunto de indicadores, constituído num instrumento de auxílio à identificação de problemas socioambientais na Amazônia, de avaliação e orientação para as políticas públicas e de contextualização para a construção de planos e programas e de norteamento para a tomada de decisões.

## 5. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DOS INDICADORES

A criação do Sistema de Indicadores Piatam estabelece um conjunto de critérios objetivos e verificáveis no espaço, que permitem efetuar a seleção dos indicadores a utilizar. Os critérios de seleção de indicadores estabelecidos são os seguintes:

- Existência de dados representativos, de base sólida;
- Possibilidade de construção de modelos de simulação e cálculo dedicados à sua quantificação;
- Exequibilidade do estabelecimento de metas e valores de referência;
- Possibilidade de manter a informação atualizada;
- Relevância do significado do próprio indicador; e
- Facilidade de interpretação;

## 6. O INTERVALO DE TEMPO ABORDADO

Os resultados aqui apresentados foram gerados a partir de dados coletados nos anos 2004, 2005 e 2006, referentes às excursões – padrão do projeto Piatam III.

## 7. ÁREA DE ESTUDO

Os indicadores Piatam representam visões da realidade socioambiental de um trecho “linear” de, aproximadamente, 400 quilômetros, no coração da Amazônia, contendo o rio Solimões e sua várzea, entre o município de Coari e a confluência dos rios Solimões e Negro, nas proximidades de Manaus.

## 8. O QUE VAI SER APRESENTADO

Esta coletânea apresenta a produção do conhecimento sobre determinado pedaço da nossa imensa Amazônia. Os artigos mostram procedimentos e processos na geração de instrumentos que permitem a avaliação desse espaço. Ainda na parte introdutória apresenta-se a proposta metodológica do Sistema de Indicadores Piatam (SIP), utilizando-se o tema malária. Em seguida, a primeira parte agrupa indicadores gerados pela área socioeconômica atuante no Projeto. A segunda parte traz os temas relacionados ao sistema biótico, à Ictiofauna, à Flora e à Entomofauna, e o sistema físico, terceira parte, é abordado a partir de sua composição de terra e água, no caso, o Solo e a Limnologia. A última parte apresenta as conclusões.

## REFERÊNCIAS

ABBOT, J.; GUIJT, I. Novas visões sobre mudança ambiental: abordagens participativas de monitoramento. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1999. 96 p.

BEAUDOUX, E. et al. De la intensificación a la evaluación. Guia Metodológica de apoyo a proyectos y acciones para el desarrollo. La Paz. Bolívia: Huellas, 1993. 197 p.

BRENBROOK, CM; GROUTH III, E. Indicators of the sustainability and impacts of pest management systems, 1996. Disponível em: <http://www.pmac.net/aaas.htm> (Acesso em 28/08/01).

CARVALHO, N. C. de. Comunicação Pessoal: junho de 2004. Manaus, AM.

FENZL, N. Estudo de parâmetros capazes de dimensionar a sustentabilidade de um processo de desenvolvimento. In. Perspectiva do desenvolvimento sustentável: uma contribuição para Amazônia 21. UFPA/NAEA/UNAMAZ. 1997.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington, D.C.: World Resources Institut, 1995.

MITCHELL, G. Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators [1997]. Disponível em: <http://www.llec.leeds.ac.uk/people/gordon.html> (Acesso em 13/07/01).

NEVES, Nuno. Aplicação de Sistemas de Informação geográfica ao Planeamento Municipal: Desenvolvimento de Modelos de Simulação e Decisão. Tese de Doutoramento, Departamento de Geografia Humana, Faculdade de Geografia y História, Barcelona. 1996.

VIEIRA, Jorge A. Sinais científicos e o problema da complexidade. In. Colóquio do projeto Cognitus. São Paulo. 2005.

WAICHMAN, Andréa V. Seleção de indicadores. Relatório de Atividades – Piatam – período 01/2003 a 12/2003.

# O SISTEMA DE INDICADORES DO PIATAM – METODOLOGIA PROPOSTA

Katia V. Cavalcante  
Claudia A. Tocantins

## 1. INTRODUÇÃO

Este texto detalha o processo de implantação de um sistema de indicadores que apóia a sustentabilidade das tomadas de decisão na área de abrangência do estudo socioambiental do Projeto Piatam. O objetivo da pesquisa foi definir o Sistema de Indicadores Piatam (SIP), como forma de sistematizar a extração do conhecimento agregado à base de dados gerada no âmbito do Projeto. Uma vez que um protótipo do SIP foi especificado, projetado e implementado, foi proposta uma metodologia de sistemas de indicadores ambientais possível de ser replicável por outros projetos que detenham base de dados estruturada para armazenar séries históricas de caracterização ambiental da área de estudo.

O Piatam é um projeto interinstitucional que envolve quatro instituições de ensino e pesquisa, e tem como principal meta a caracterização socioambiental da inteligência socioambiental estratégica da indústria do petróleo na Amazônia. Essa caracterização se dá por meio da construção da base de dados de natureza socioambiental, necessária ao monitoramento ambiental, aprimorando, assim, o conhecimento e entendimento sobre a região.

No contexto ambiental, o indicador é constituído por um conjunto de parâmetros representativos, concisos e fáceis de interpretar, utilizado para ilustrar as principais características ambientais de uma área ou de um determinado território, sendo assim, um componente de avaliação de extrema importância, capaz de desencadear processos de observação ambiental. A construção de indicadores para o projeto Piatam buscou selecionar “informações-chave” da estrutura, da composição e do funcionamento do ecossistema, a partir da existência de informações na série histórica da base de dados integrada, BDI Piatam, que está sendo construída, desde o ano de 2001, com um bom grau de precisão.

O Sistema de Indicadores Piatam – SIP, prototipado na última fase do projeto, visou produzir os indicadores do tema Malária de forma automática, para fins de validação e viabilização do sistema a ser desenvolvido. A malária é uma das doenças parasitárias mais importantes entre as que afetam as populações dos países tropicais e subtropicais do mundo. O tema Malária foi escolhido por possuir modelo de dados simples e o indicador para viabilidade de cálculo é composto de dois índices: o índice de atração homem/hora (IAHH) e o índice de larva/homem/hora (ILHH), diretamente calculados com informações disponíveis na BDI.

A arquitetura do SIP é modular, o que possibilita ser evoluída para atender às novas demandas, de forma a agregar mais valor ao software. É importante ressaltar que os módulos devem atender tanto às demandas de usuários gerenciais, para tomada de decisão, quanto aos usuários técnicos e pesquisadores no ganho de conhecimento. O protótipo possui módulo de geração de gráficos de análise dos dados para auxiliar no diagnóstico da situação ambiental e módulo de geração de layers. O uso de sistemas de informação geográfica - SIG torna-se uma tendência natural frente a grande diversidade de objetivos com que os dados do SIP podem ser utilizados, pois evidencia, de forma visual, as relações da informação com o seu meio físico. No contexto da disseminação da informação, o que se busca é aumentar a abrangência dos resultados do Projeto, portanto, além de instrumentalizar, em um contexto espacial, os indicadores, estar-se-ia auxiliando no planejamento e gestão ambiental aplicada à política pública.

A seção 2 discorre sobre o histórico da iniciativa e as características de indicadores ambientais, ressaltando os indicadores entomológicos da malária; a seção 3 apresenta os objetivos e os procedimentos metodológicos; e, finalmente, a seção 4 faz descrição do modelo lógico e físico do tema malária, a metodologia empregada no desenvolvimento do protótipo, que inclui o cálculo dos indicadores, concluindo a publicação o na seção 5.

## 2. HISTÓRICO

Desde sua primeira fase, o Projeto Piatam definiu como resultado esperado a organização de uma base de dados que agregasse e disponibilizasse os dados obtidos nos diversos temas que compunham a multidisciplinariedade da pesquisa. Em Cavalcante, *et. al* (2007) foi apresentado um conjunto de indicadores da dinâmica dos processos biológicos, socioeconômicos e dos meios físicos da Amazônia, no trecho na área de influência do trecho Coari – Manaus.

Os critérios selecionados para estabelecer os indicadores Piatam foram:

- Existência de dados representativos em base de dados;
- Possibilidade de cálculo da sua quantificação;
- Exequibilidade do estabelecimento de metas e/ou valores de referência;
- Possibilidade de manter a série histórica atualizada;
- Relevância do significado do indicador em si;
- Facilidade de interpretação

Tais indicadores foram construídos a partir das séries históricas coletadas em campo e analisadas em laboratório, residentes na Base de Dados Integrada do Piatam – BDI. Uma continuação natural da pesquisa foi apresentada no âmbito do Grupo de Tecnologia da Informação, investigar formas de automatizar o cálculo dos indicadores propostos em cada área, para extrair informações e apoiar as análises dos dados na continuidade das coletas de campo.

## 2.1 Características de Indicadores Ambientais

O principal objetivo de um indicador é agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância seja mais aparente, permitindo que se transmita um conjunto de indicadores sobre complexos processos, eventos ou tendências. Usualmente, os indicadores podem ser construídos, a partir de variáveis primárias ou decorrentes da agregação dos dados primários para escalas que podem ser locais, regionais, nacional ou, ainda, global.

Indicadores ambientais podem ser desenvolvidos de maneira que reflitam enfoques distintos. O primeiro desses enfoques refere-se à produção de indicadores ambientais georreferenciados, que retratem e espacializem as variáveis físico-ambientais e as pressões exercidas sobre o ambiente. Podem ser indicadores únicos ou primários, tais como: cobertura vegetal, fauna, solos, qualidade da água, qualidade do ar, e indicadores compostos, que resultem da sobreposição de duas ou mais variáveis, por exemplo: degradação e exaustão dos solos, ambientes suscetíveis, áreas degradadas, áreas críticas, etc. A esses indicadores podem ainda ser incorporadas as variáveis estatísticas de demografia e atividades produtivas.

O segundo enfoque é aplicado à produção de indicadores ambientais que abordem a dimensão econômica, observando a eficiência do uso dos recursos e a equitativa distribuição dos custos e benefícios do uso dos recursos das principais questões ambientais (MOTTA, 1996). Para tanto, é necessário que se tenha, como base teórica, a sustentabilidade ambiental, na qual o crescimento econômico deve estar associado a não-depauperação dos recursos naturais e a não-alteração dos ciclos biogeoquímicos da biosfera.

Espécie indicadora é um organismo cujas características (presença / ausência, densidade populacional, dispersão, sucesso reprodutivo etc.) são usadas como índice de atributos. As aplicações costumam variar entre: indicar amplitudes dos vários tipos de influências antrópicas; proporcionar pistas de mudanças populacionais em outras espécies; e localizar áreas de elevada biodiversidade.

O estabelecimento de doenças endêmicas, especialmente a malária, em regiões de floresta tropical como a Amazônia brasileira, tem sido avaliado como resultante de processos interativos entre o homem e o meio ambiente que levam à ruptura do equilíbrio ecológico existente. Definir e qualificar a malária como “doença ambiental” inclui reconhecer os seus determinantes espaciais, no que se refere às formas de ocupação e uso do meio pelo homem, sendo que cada forma de ocupação, colonização agrícola, ações de extrativismo e atividade urbana apresentam características que influenciam os níveis de prevalência e tipo de malária (BARBIERI, 2000).

Os indicadores entomológicos que melhor refletem o potencial de transmissão da malária na área do projeto Piatam é o Índice de Atração por Homem/Hora – *IAHH*, uma vez aponta o nível de contato homem/vetor, permitindo mapear áreas específicas de maior vulnerabilidade à malária. O mesmo se estende aos dados obtidos com as formas imaturas (larvas), cujo Índice de Larvas por Homem/Hora – *ILHH* permite localizar os pontos de maior receptividade para a produção dos anofelinos – família de mosquitos transmissores da malária. Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões do Projeto, no período de 2004 a 2006, e que estão armazenados na BDI Piatam (CAVALCANTE, *et.al* (2007).

Para refletir, adequadamente, o *IAHH*, é necessário que a coleta seja realizada durante o pico de maior atividade das fêmeas. A dinâmica de transmissão é equacionada por meio da análise da fauna anofélica em contato com o homem, considerando coletas realizadas no peridomicílio. Na avaliação da incidência de espécies de Anopheles, o período de captura foi fixado entre 18 e 22 horas, nos diferentes pontos de coleta. Portanto, o *IAHH* é resultante de uma relação entre o número de mosquitos capturados, o número de coletores, o tempo de coleta e o número de localidades estudadas.

Os dados de larvas colecionadas em condições de criadouros naturais em meio à mata, vegetação associada, criadouros alagados forneceram informações sobre a densidade larvária nos períodos de alterações ambientais, possibilitando delimitar a dinâmica de reprodução, considerando o pulso das águas – enchente e vazante. O *ILHH* resulta de uma relação entre o número de larvas capturadas, dividido pelo número de coletores, pelo número de horas de coleta e o pelo número de locais de coletas.

Partindo-se do princípio de que a malária apresenta estreita relação com o meio ambiente, a delimitação espacial desse ambiente em unidades menores de agregação permite direcionar, de forma mais precisa, as medidas de intervenção, sejam estas de caráter operacional ou, epidemiológico. A localidade agrega unidades habitacionais com características ambientais semelhantes, quais sejam: povoados, sítios, fazendas, ramais e estradas etc., o que permite uma análise em que, em algum nível, uma localidade congrega as variações ambientais mais ou menos homogêneas.



## 3. PROTÓTIPO DO SIP

### 3.1 Objetivo

O trabalho desenvolvido compreendeu a especificação, projeto e implantação de sistema preliminar para a prova de conceito do SIP, que apresentou indicadores selecionados e calculados, a partir de dados oriundos da BDI. Os números e gráficos extraídos automaticamente da BDI seriam, então, comparados com dados pretéritos publicados para efeito de avaliação da exequibilidade do cálculo contínuo dos indicadores a medida que a coleta de dados evoluísse.

### 3.2 Metodologia Aplicada

A especificação do SIP incluiu as seguintes atividades:

1. Análise da Proposta do SIP.

O primeiro passo da metodologia foi o estudo da proposta sugerida em (Ibid, 2007) que buscou entender, a construção de indicadores e atributos que possibilitam análises mais complexas e completas das realidades social e ambiental da área de estudo. Considerando que os protocolos metodológicos de cada área temática estão consolidados no modelo de dados, na BDI Piatam, realizou-se uma pré-seleção que serviu para orientar e ajustar os métodos de construção dos indicadores, ocorrendo, assim, a seleção e a validação final destes.

2. Projeto de Arquitetura do SIP

A arquitetura proposta para o SIP é modular para permitir portabilidade, escalabilidade e segurança do sistema, bem como a inclusão de novas funcionalidades, a saber: *Business Intelligence* (Inteligência de Negócios) e *Data Mining* (Mineração de Dados) com o intuito de agregar mais valor ao produto.

3. Análise das fórmulas de cálculo versus Modelo de dados da BDI, para o tema escolhido

Os indicadores foram calculados com base nas fórmulas dos índices *IAHH* e *ILHH* do livro em referência. Realizou-se a simulação dos cálculos, a partir dos dados armazenados na BDI Piatam, o que apoiou a análise e o projeto de algoritmo da implantação do SIP;

Elaboração dos gráficos (barra, linha, setores e rosca) de indicadores entomológicos do tema malária (*IAHH* e *ILHH*) no Microsoft Excel, a partir de dados extraídos da base. Estes gráficos foram analisados para atender tanto às demandas de usuários de nível gerencial, para tomada de decisão (gráficos gerenciais), quanto aos usuários técnicos (pesquisadores).

4. Implementação de versão preliminar do SIP na BDI

Elaboração do documento de especificação de casos de uso para os desenvolvedores; elaboração da tela de filtro do protótipo; criação de *queries* para obtenção de dados da BDI; criação de *views* em substituição às *queries* para facilitar a implementação e otimizar o processamento; codificação; e integração.

#### 5. Estudo para a Visualização Georreferenciada dos Indicadores.

Elaboração da descrição do módulo de geração de *layers* que irá apresentar os indicadores ambientais entomológicos georreferenciados, pontuando e quantificando as áreas de incidência da malária no trecho de atuação do Projeto.

## 4. ARQUITETURA DO SIP

O diagrama de blocos da arquitetura do SIP, ilustrado na Figura 01, retrata os principais subsistemas e suas interconexões. Essa arquitetura, definida em três camadas (interface, controle e negócio), utiliza componentes de software de tecnologia J2EE<sup>1</sup> para fornecer portabilidade, escalabilidade e segurança do sistema. Esses componentes fazem parte da arquitetura geral do aplicativo de consulta da BDI, e podem ser consultados na referência (BORELLI *et al*, 2005). As funcionalidades dos subsistemas são descritas a seguir:

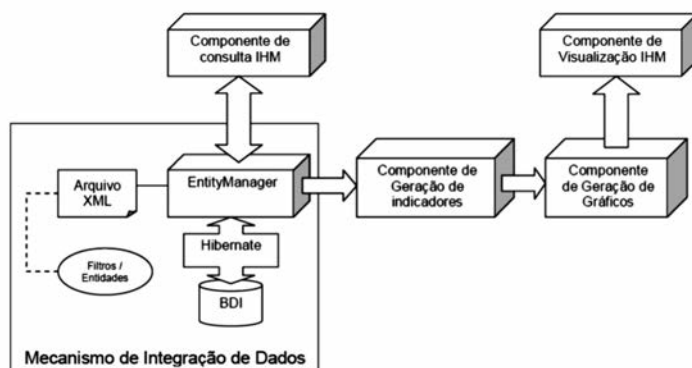


FIGURA 01 DIAGRAMA DE BLOCOS DO SIP

- A componente de consulta interface homem/máquina – IHM é a interface gráfica de usuário para a parametrização de indicadores. Ela permite que sejam definidos pelo usuário, filtros de busca comuns inerentes ao modelo, organizados, de forma intuitiva, para a determinação dos dados a serem retornados e os critérios de seleção no tempo e no espaço.
- *Entity Manager*<sup>2</sup> – Gerenciador das entidades do sistema capaz de integrar os vários dados, interfaceando as definições e filtros com o mecanismo de persistência. Este componente permite criar um mecanismo de consulta de dados eficiente e diversificado.
- *Hibernate*<sup>3</sup> – Software livre para mecanismo de persistência de objetos. Faz parte do mecanismo de integração de dados da base de dados.

<sup>1</sup> J2EE – Java 2 Enterprise Edition é uma plataforma de programação para servidores na linguagem de programação Java.

<sup>2</sup> O termo em inglês XXXManager refere-se ao uso de um padrão de projeto de programação (Design Pattern) largamente utilizado em práticas de projeto orientado a objetos e, neste caso, refere-se a classe que gerencia os objetos do tipo "Entidade".

<sup>3</sup> *Hibernate* é um framework para o mapeamento objeto-relacional escrito em linguagem Java. Ele facilita o mapeamento dos atributos entre uma base de dados relacional e o modelo de objetos de uma aplicação, mediante a definição em arquivos XML.

- BDI – Sistema Gerenciador de Base de Dados (hoje, o Oracle 9g). Este componente faz parte do mecanismo de integração de dados da BDI Piatam.
- Componente de Geração de Indicadores – faz o cálculo dos indicadores, a partir dos dados de parâmetros da consulta.
- Componente de Geração de Gráficos – de posse dos dados da consulta e indicadores calculados no subsistema anterior, geram-se os gráficos para análise dos dados: gráficos de barra, linha e de setores.
- Componente de Visualização de IHM – interface gráfica de usuário para visualização dos gráficos gerados pelo subsistema anterior.

## 4.1. Modelo de Dados – Malária

### 4.1.1 Modelo Lógico

O modelo lógico do tema Malária, ilustrado na Figura 02, apresenta o relacionamento entre as principais entidades do modelo, incluindo, em destaque, as entidades do cabeçalho. O cabeçalho é um componente espaço-temporal utilizado para integrar os dados das áreas temáticas da BDI. Toda amostra de dados coletada no Projeto é relacionada a um ponto de coleta, que é definido pela associação de componentes espacial e temporal.

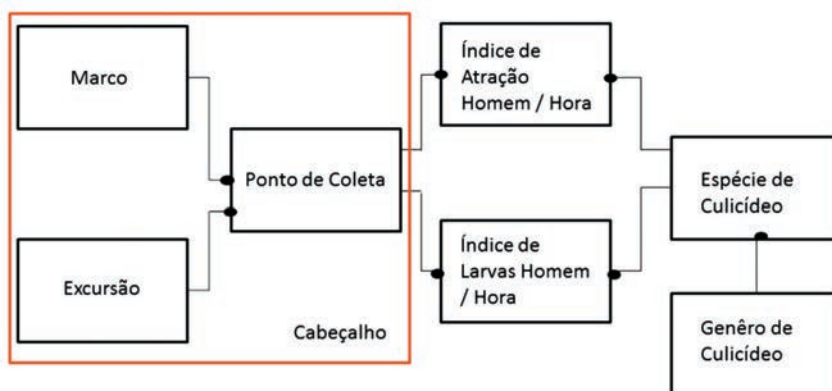


FIGURA 02. MODELO LÓGICO BDI - TEMA MALÁRIA

No Piatam, a componente espacial é definida pelo Marco. A componente temporal é definida pelas excursões de coleta de campo. Esse componente foi desenvolvido com a intenção de integrar dados de natureza diversa, permitindo a análise conjunta de diferentes áreas temáticas da BDI (TOCANTINS, *et.all.* 2005).

A partir de um ponto de coleta (associado à excursão e marco do cabeçalho), se obtêm o Índice de Atração por Homem/Hora (IAHH), mediante parâmetros obtidos no local de coleta, como: número de exemplares coletados; número de coletores; número de horas de coleta; e

número de locais de coleta. Associada ao *IAHH*, está a descrição de espécie de culicídeo (mosquito) para caracterização das espécies coletadas. Da mesma forma, associada à informação da espécie está a descrição do gênero de culicídeo para a caracterização genérica das espécies. Para as informações de Índice de Larva por Homem/Hora (*ILHH*), usam-se os mesmos parâmetros do *IAHH* e a mesma caracterização de espécies e gêneros.

#### 4.1.2 Modelo físico

O modelo físico do tema Malária está ilustrado na Figura 03. Nesse modelo, os campos em destaque são utilizados nos cálculos dos indicadores e na geração de gráficos para análise dos dados.

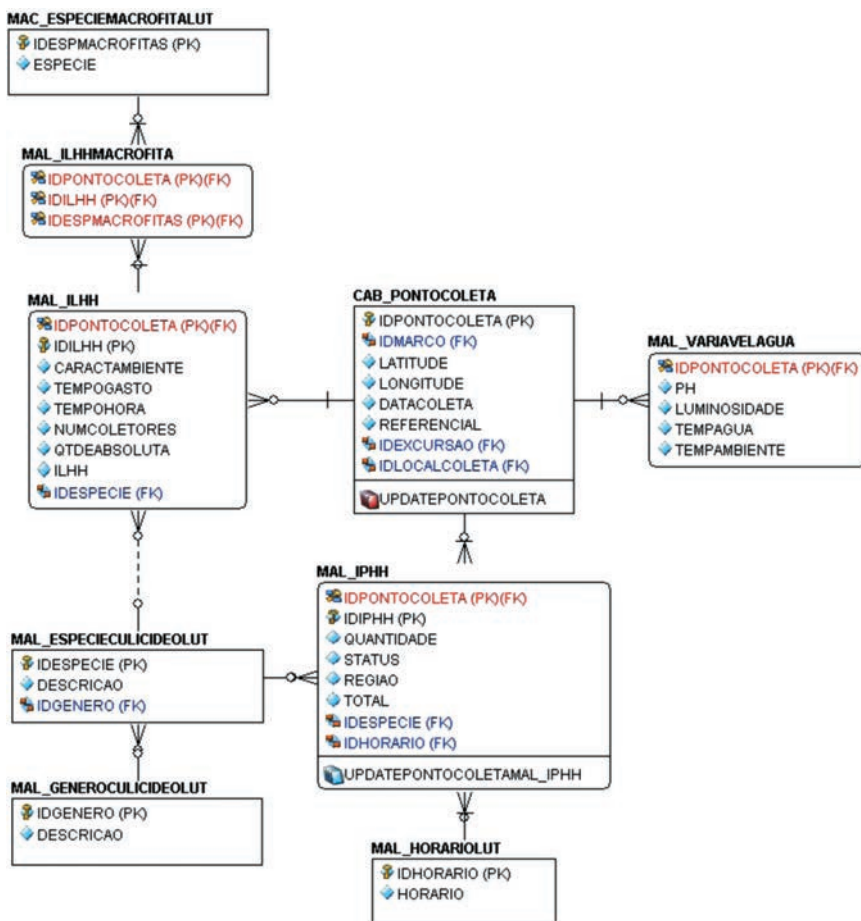


FIGURA 03. MODELO FÍSICO - TEMA MALÁRIA

## 4.2 Cálculo dos Indicadores Entomológicos

O indicador que melhor reflete o potencial de transmissão da malária na área do Projeto é o Índice de Atração por Homem/Hora – *IAHH*, uma vez que indica o nível de contato homem/vetor, permitindo mapear áreas específicas de maior vulnerabilidade à malária. O mesmo se estende aos dados obtidos com as formas imaturas (larvas), cujo Índice de Larvas por Homem/Hora – *ILHH* permite localizar os pontos de maior receptividade para a produção dos anofelinos, família de mosquitos transmissores da malária. Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada do Projeto Piatam, BDI Piatam.

### 4.2.1 Índice de Atração Homem/Hora - *IAHH*

O *IAHH* é resultante de uma relação entre o número de mosquitos capturados, o número de coletores, o tempo de coleta e o número de localidades estudadas. O índice é calculado com base na equação 1 (CAVALCANTE, et al, 2007).

$$IAHH = \sum_{i=1}^L \left( \frac{N}{\frac{C \times h}{L}} \right) \quad (1)$$

O parâmetro *N*, da equação 1, se refere ao atributo quantidade, número de exemplares de mosquitos capturados. O atributo horário, por sua vez, é a string “18-22h” (conteúdo-padrão para todos os registros), que precisa ser convertido para número de horas *h*, a fim de ser usado na referida equação. Para validação do protótipo, foram considerados, respectivamente, os valores 1 (apenas um coletor) e 4 (interpretado de 18-22h) aos parâmetros *C* e *h* da equação 2. Considerando o padrão da série histórica armazenada.

$$IAHH = \left( \frac{N}{C \times h} \right) \quad (2)$$

Como exemplo, o cálculo do índice *IAHH*, para o marco Santa Luzia do Baixio (Coari-AM), no ano de 2004, tem-se:

$$IAHH = N / (C \times h) = 21,4 / (1 \times 4) = 5,36.$$

Para o marco de Santo Antônio (Anori-AM), no mesmo ano, calcula-se:

$$IAHH = (N / C \times h) = 95,64 / (1 \times 4) = 23,91.$$

## 4.2.2 Índice de Larvas por Homem-Hora - *ILHH*

O *ILHH* resulta de uma relação entre o número de larvas capturadas dividido pelo número de coletores e pelo número de horas de coleta e o número de locais de coletas. O índice é calculado com base na equação 3.

$$ILHH = \sum_{i=1}^L \left( \frac{N}{C \times h} \right) \quad (3)$$

O atributo *Tempo/Hora* é igual ao número de horas de coleta *h*, o atributo *NumColetores* é igual ao número de coletores *C*, o atributo *QtdeAbsoluta* é igual ao número de exemplares de larvas capturadas *N*. Além disso, este modelo possui o atributo *ILHH*, que é o resultado da aplicação desses parâmetros na equação 3 (assumindo *L* igual a 1). Sendo assim, este índice pode ser redefinido pela equação 4.

$$ILHH = \left( \frac{N}{C \times h} \right) \quad (4)$$

Como exemplo do cálculo do índice *ILHH*, para o marco Bom Jesus (Manacapuru-AM), no ano de 2004, tem-se:

$$ILHH = N / (C \times h) = 53,04 / (1 \times 4) = 13,26.$$

Para o marco Matrinxã (Codajás-AM) no mesmo ano, tem-se:

$$ILHH = N / (C \times h) = 83,44 / (1 \times 4) = 20,86.$$

## 4.3 Apresentação dos Indicadores

Os gráficos são instrumentos que facilitam a compreensão de comparações de padrões e tendências nos dados, mediante a sua interpretação visual, e são utilizados para analisar o comportamento dos índices entomológicos, por comunidade ou por período hidrológico. São utilizados gráficos de barra, linha e rosca para destacar os dados dos indicadores oriundos da BDI de vários modos.

- O gráfico de barra mostra as alterações de dados em um período de tempo ou ilustra comparações entre itens. As categorias são organizadas na horizontal e os valores são distribuídos na vertical, para enfatizar as variações ao longo do tempo.
- O gráfico de linha mostra tendências nos dados em intervalos iguais.
- O gráfico de rosca, por sua vez, similar ao gráfico de setores, apresenta o relacionamento das partes com o todo, tornando-se útil quando se deseja dar ênfase a um elemento importante. Este gráfico se diferencia do gráfico de setores pelo fato de utilizar mais de uma série de dados (uma série para cada anel do gráfico), o que facilita uma visualização mais compacta dos dados.

Os dados dos indicadores, com vistas à elaboração dos gráficos desta seção, foram gerados, a partir de consultas SQL<sup>4</sup> da BDI de produção nos anos de 2004 a 2006.

### 4.3.1 Gráficos para IAHH anual por comunidade

Os gráficos de barras e rosca representam, de forma mais legível, o comportamento anual de índices IAHH por comunidade.

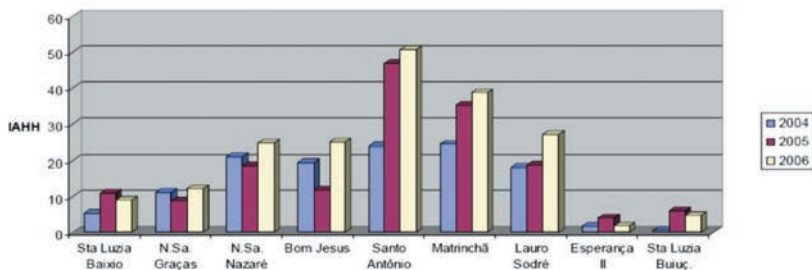


FIGURA 04. TODOS OS MOSQUITOS COLETADOS NOS ANOS DE 2004 A 2006, POR COMUNIDADE.

### 4.3.2 Gráficos para ILHH por Período Hidrológico

O gráfico de linha representa, de forma mais legível, a tendência de índices ILHH, por período hidrológico anual. Nas Figuras 05, 06 e 07, é ilustrada esta tendência para todas as larvas coletadas, por período hidrológico, no ano de 2004, 2005 e 2006.

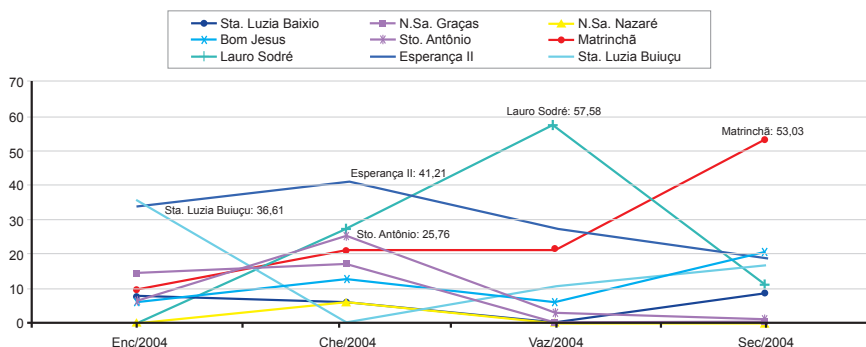


FIGURA 05. O ILHH, POR PERÍODO HIDROLÓGICO, NO ANO DE 2004

4 Structured Query Language ou Linguagem de Consulta Estruturada, linguagem de pesquisa declarativa padrão para banco de dados relacional.

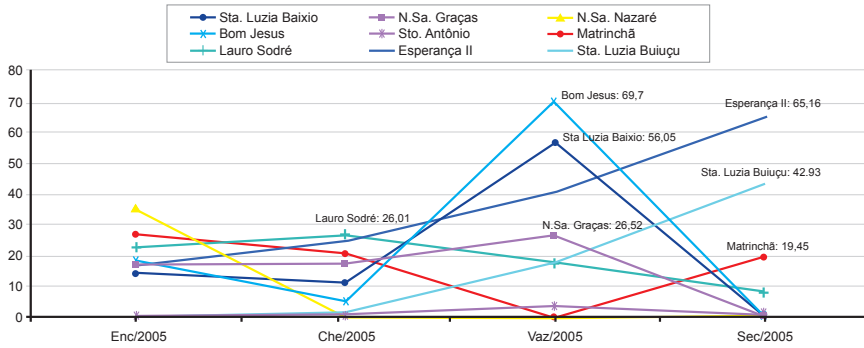


FIGURA 06 O ILHH, POR PERÍODO HIDROLÓGICO, NO ANO DE 2005

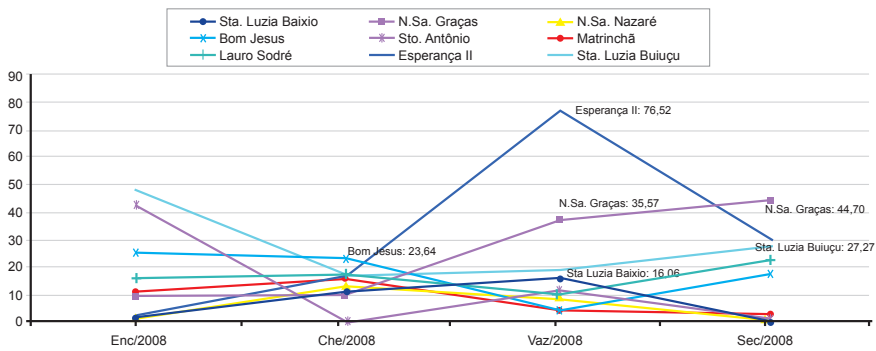


FIGURA 07. O ILHH, POR PERÍODO HIDROLÓGICO, NO ANO DE 2006



## 4.4 Implementação da versão preliminar do SIP

A partir da definição dos gráficos, o sistema foi implementado, em Java, dentro do aplicativo de gestão da BDI Piatam<sup>5</sup>. As figuras 08 e 09 ilustram:

- Tela de definição de parâmetros para o cálculo do indicador, sendo possível o uso dos seguintes filtros: tipo de indicador, espécie, comunidades e anos;
- O relatório resultante que apresenta os gráficos já explicados na seção anterior.

The screenshot shows the 'Base de Dados Integrada' web application interface. The main content area is titled 'Gerar Gráfico de Indicadores'. It contains several sections for parameter selection:

- Projeto:** PIATAM
- Tipo de Excursão:** Padrão
- Indicador:**
  - Tema: Malária
  - Tipo de Indicador: Índice de Atração por Homem/Hora - IAHH
  - Tipo de Gráfico: Indicador por Marco
  - Filtro Avançado
- Filtro de Espécies:** Espécies do Gênero Anopheles
- Localização x Ano:**
  - Marcos: Comunidade\_teste, Esperança II, Jesus me Deus/Bom Jesus, Leuro Sodré, Motrichá/Motrivô, Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré, P-14 (Não é comunidade - somente ponto de referência), Santa Luzia do Buiaçuinho, Santo Antônio
  - Anos: 2009, 2007, 2006, 2005

A 'Gerar Relatório' button is located at the bottom right of the form.

FIGURA 08. SELEÇÃO DE IAHH COM FILTROS POR MARCO

<sup>5</sup> O aplicativo está descrito em (Cavalcante, Tocantins 2007).

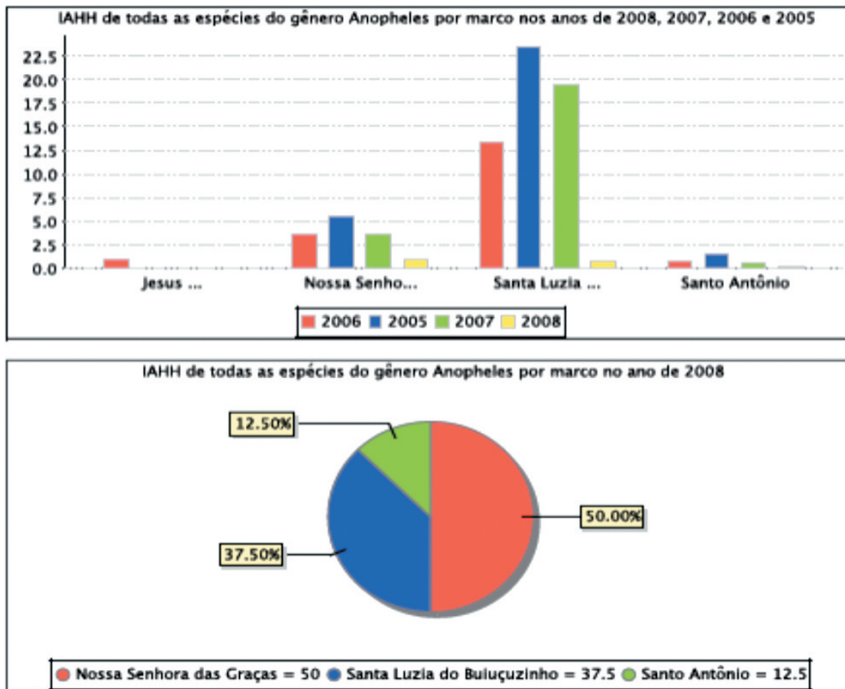


FIGURA 09. APRESENTAÇÃO RELATÓRIO SIP - IAHH DO GÊNERO ANOPHELES POR MARCO POR ANO 1/2

## 4.5 Estudo para a Visualização Georreferenciada dos Indicadores

Após a implantação da versão preliminar do SIP, avaliou-se a necessidade da visualização georreferenciada. Sendo a cartografia temática um veículo de comunicação visual (MOURA, 1993), as representações cartográficas mais adequadas para os indicadores socioambientais são: mapas de símbolos proporcionais, de diagramas e de fluxo.

A sequência de atividades, utilizada para o desenvolvimento do módulo de visualização, previu três etapas, assim descritas: organização do banco de dados georreferenciado, construção da base cartográfica, e extração das informações que satisfaçam as formas de apresentação e facilitem a interface com o usuário.

Na preparação da **BASE DE DADOS**, são inseridas as informações coletadas em campo. Destaca-se que as unidades de análise são os domicílios e os ambientes hidrológicos (lagos, paranás e igarapés) existentes no entorno das comunidades:

Para construção da **BASE CARTOGRÁFICA**, os procedimentos foram descritos por meio de fluxo esquemático capazes de fornecer suporte à análise integrada do ambiente apresentado. O fluxo envolveu a geração de um mapa de áreas sujeitas a inundação, a partir dos dados de hidrografia, solos, altimetria e declividades. Este foi combinado com um mapa de cobertura vegetal extraído da cartografia “uso da terra” para identificar áreas potencial de criadores. O potencial de ocorrência de imaturos é calculado pela combinação do potencial de criadores gerado mais restrições dadas pelo PH e luminosidade e a presença de macrófitas. Esse mapa é associado a proximidade de ocorrência de malária, baseado na notificação de casos e com o Potencial de ocorrência de alados (construído por sua vez pela proximidade dos bolsões x proximidade de criadores de animais x presença de núcleos urbanos x permeabilidade da paisagem). O mapa resultante localiza o Risco de Proliferação da Malária, validado pelos valores obtidos em coleta de campo, gerando os mapas finais de *IAHH* e *ILHH* para a espécie do Gênero *Anopheles* coletadas por comunidades.

A preparação dos planos de informação para o processo criação dos *layers*, visa a identificar e a definir as áreas com potencial de vetorização. Esses planos de informação foram baseados nos parâmetros ambientais do trecho, como hidrografia, cobertura vegetal, uso do solo, localidades/comunidades, além dos locais de coleta.

Foram construídas, separadamente, *layers* com os pontos georreferenciados, para o *IAHH* e para o *ILHH*. Esses *layers* continham identificador de campo para cada ponto de coleta, o que gerou mapa-base denominado de “Mapa: Locais de Coleta do *IAHH*” e “Mapa: Locais de Coleta do *ILHH*”. Para a escala de ordenamento, as variáveis observadas foram: hidrografia, cobertura vegetal e o uso do solo.

Em razão da grande densidade da malha hidrográfica, foi necessário fazer uma simplificação na *layer* de hidrografia, suprimindo os cursos d’água intermitentes. Trabalhou-se, então, com lagos (principais pontos de coleta do *ILHH*) e canais de acesso aos lagos e ao rio (igarapés, paranás). Em seguida, foram criados buffers 500m, 1 km, 3 km e 5 km de distância, para todas as linhas desse *layer*, criando, assim, uma hidrografia de polígonos. Esta distância foi estimada por meio da média de desempenho de vôo do mosquito transmissor da malária. O mosquito da malária pode voar por 1 a 4 horas continuamente até 1-2 km / h viajando até 10 km em uma noite. (KAUFMANN & BRIEGEL, 2004).

Foram então gerados *layer* de hidrografia para o período da seca e período da cheia, buscando-se caracterizar e relacionar a sazonalidade epidemiológica da malária, com identificação dos corpos de água, uma vez que nos meses de chuvas intensas (janeiro a abril), estas funcionam como um dos controladores naturais da densidade *Anopheles darlingi*. Entre abril e julho com a diminuição das chuvas aumentam os criadouros apropriados a proliferação deste anofelino. (TADEI, 1996)

Em função da composição química dos ambientes aquáticos criou-se um novo plano de informação que buscava correlacionar o ambiente aquático com a classificação água branca e água preta (JUNK e FURCH, 1985). Percebeu-se maior quantidade de criadouros disponíveis em ambientes aquáticos de água preta, e com base em registros bibliográficos sobre caracterização de criadouros (TADEI, 1996) foi aplicada notas para cada tipo de ambiente aquático diferenciados pelo tipo de água.

A *layer* de cobertura vegetal também sofreu simplificação, praticamente foram criadas duas *layer's* de cobertura da vegetação, uma buscando caracterizar a vegetação do entorno dos lagos e igarapés e paranás, e a outra caracterizando a área entorno das comunidades. Esses ajustes se fizeram necessários para que se pudesse identificar a existência da relação criadouros versus cobertura vegetal. A partir das características comportamentais do *Anopheles*, descritas na bibliografia entomológica, foram ministradas notas para os diferentes tipos de cobertura vegetal.

As operações finais dos *layer* intermediários deram-se a partir do cruzamento dos seguintes temas: *Índice de Atração Homem-Hora* = Uso do Solo x Cobertura Vegetal; *Índice de Larvas Homem-Hora* = Hidrografia (seca ou cheia) x Cobertura Vegetal. *Índice de Larvas Homem-Hora* = Hidrografia (seca ou cheia) x Tipologia da Água branca e Água Preta

O procedimento de combinação para o *ILHH* é descrito pela fórmula abaixo<sup>6</sup>. O mesmo procedimento é realizado para o *IAHH*.

$$A_{ij} = (TC.BD) C^n$$

**Onde:**

*A<sub>ij</sub>* = Local do *layer*

TC = Tipo de cobertura vegetal/hidrologia (nota)

BD = peso obtido no *buffer* de distância (peso)

C = Tipo de Criadouro

$$A_{ij} = (TC. BD) C_1 + A_{ij} = (TC. BD) C_2 + A_{ij} = (TC. BD) C_3 + A_{ij} = (TC. BD) C_4 + A_{ij} = (TC. BD) C_5$$

<sup>6</sup> Adaptado do procedimento de XAVIER da SILVA, [11].

O segundo conjunto de *layer's* construído com os dados alfanuméricos advindos da base de dados destacava a quantidade capturada tanto de imaturos quanto de alados para o gênero *Anopheles*. Esses *layers* foram denominados de Mapa: *IAHH* Anual para a Espécie do Gênero *Anopheles* Coletadas por Comunidade; e Mapa: *ILHH* Anual para a Espécie do Gênero *Anopheles* Coletadas por Comunidade

Com sobreposição das *layers* na seqüência acima descrita é possível comparar a distribuição epidemiológica espacial da malária por localidade no período de 2004 a 2006 no trecho de atuação do projeto, e responder as duas questões balizadoras dos procedimentos aqui descritos. A geração do Mapa final: Dinâmica da distribuição de ocorrência de imaturos (*ILHH*) e alados (*IAHH*) no trecho de atuação do Piatam, evidencia de forma visual as relações da informação com o seu meio físico.

Finalizada a fase operacional de preparo da base de dados espaciais e do banco de dados onde foram armazenados os atributos, iniciou-se a fase de definição dos procedimentos para extração das informações que satisfaçam as formas de apresentação, obedecendo a critérios de representação cartográfica.

Sendo a cartografia temática um veículo de comunicação visual<sup>7</sup>, as representações cartográficas mais adequadas para os indicadores socioambientais são: mapas de símbolos proporcionais, de diagramas e de fluxo. Ou seja, os mapas de símbolos proporcionais se referem aos pontos, porém variam de acordo com a quantidade que representam, estes podem ser usados para simbolizar fenômenos discretos ou contínuos. A representação de valores das variáveis que estão sendo apresentadas (gráficos de barra; histogramas; etc.), os mapas de diagrama são os mais indicados. Os mapas de fluxo utilizam feições lineares com valores associados e cores diferenciadas representando diferentes categorias para representar mobilidade.

O processo encontra-se, ainda, em construção, pois para cada tema, novos planos de informação devem ser construídos, a partir das especificidades de cada área investigada.

## 5 CONSIDERAÇÕES

Com o desafio de tornar a BDI Piatam um instrumento de apoio – informações estruturadas, disponíveis em tempo real – às ações de monitoração e avaliação de riscos ambientais das atividades da indústria do petróleo na Amazônia, a base insere-se na geração e gestão de conhecimento sobre a ecologia, sociedade e economia da região. As informações incluídas na BDI apóiam a criação e disponibilização de um histórico da situação dos recursos naturais na região e poderão subsidiar a tomada de decisões em resposta a eventuais impactos ambientais e sociais resultantes das atividades desenvolvidas na área de atuação do Projeto.

<sup>7</sup> A cartografia temática é um veículo de comunicação visual valiosa, pois todos os processos de análise e síntese de dados se expressam numa representação dos elementos espaciais. A cartografia temática é um poderoso recurso, uma vez que se baseia na produção e sobreposição de mapas sobre diferentes temas. [MOURA, 1993].

## 5.1 Avaliação do Estudo

A natureza investigativa dos processos de pesquisa impõem um desafio grande para a continuidade de séries históricas. Descobertas científicas e a própria evolução das pesquisas resultam em alteração nas metodologias de coleta e nos modelos de interpretação dos dados. A eficácia dos indicadores, porém, dependem da sua capacidade de comparar a área estudada ao longo do tempo.

No Piatam, a definição e padronização do modelo de dados dos temas estudados contribui fortemente para a mitigação desse problema, porém muitas áreas definem procedimentos metodológicos que não são totalmente capturados pelo modelo de dados, dificultando a extração dos parâmetros necessários da base de modo automático.

O primeiro passo, então, para viabilizar a sistematização e automatização do cálculo dos indicadores é garantir que o modelo do tema tratado seja revisto conforme a definição do cálculo dos indicadores, garantindo inclusive a uniformidade na tipagem dos campos e parâmetros utilizados. Ou seja, a implementação sistêmica do SIP irá gerar requisitos novos para o modelo de dados existente.

Os gráficos utilizados no SIP até o momento ilustram visualmente as comparações e tendências dos índices para fins de análise de dados da BDI. O gráfico de linha apresenta efeito positivo para informações temporais (índice por período hidrológico). Porém, ao ser gerado para bases maiores que anual, ele se torna ilegível e de difícil compreensão, a menos que seja agregados por áreas geográficas maiores. O gráfico de barra, por sua vez, representou melhor as informações de índices por comunidade, o que permitiu verificar visualmente suas comparações.

Além disso, é importante observar que estes gráficos devem atender tanto às demandas de usuários gerenciais, para tomada de decisões, quanto aos usuários técnicos (pesquisadores) que possam avaliar mais rapidamente os resultados gerados.

Uma arquitetura modular é essencial para possibilitar a sua evolução e o atendimento de novas demandas. Duas técnicas utilizadas largamente na área de negócios foram identificadas como futuros estudos para agregar mais valor ao SIP: o Data Mining (Mineração de Dados) e o Business Intelligence (Inteligência de Negócios). Essas áreas de estudo oferecem técnicas para examinar os dados com estatísticas de maneira mais refinada à procura de padrões, sugerindo tendências e permitindo ações baseadas em informações mais precisas.

A continuação do estudo propiciará condições de aperfeiçoamento do Sistema de Indicadores Piatam – SIP, facilitando a disseminação dos resultados do projeto para os gestores públicos. E deve visar acompanhar e apoiar o uso das informações existentes e disponibilizadas pelas demais áreas do projeto, identificando possibilidades gerais de aplicações e utilização no processo de transferência de informação e na interação com outros sistemas existentes;

Como trabalho futuro, sugere-se a especificação e desenvolvimento de um Módulo de Consultas Inteligentes, que experimente o uso de tais técnicas no contexto da construção de indicadores socioambientais.

## 5.2 Resultado Adicional

Os resultados obtidos até o momento e a experiência acumulada ao longo da evolução da base de dados indicam que a aplicação desta metodologia em outros projetos multidisciplinares é viável e interessante, e contribui, de forma objetiva, para a avaliação da sustentabilidade em projetos de pesquisa, por atender ao desafio da construção de um sistema indicadores para apoio à gestão ambiental sustentável, característica comum a maior parte dos projetos da área socioambiental. Além disso, o emprego de ferramentas eficazes que possam mensurar do direcionamento da sustentabilidade, neste caso, a espacialização de indicadores, é positiva, por sua capacidade de agregação de informação e sensibilidade a mudanças nos diferentes aspectos avaliados.

A condição para a metodologia proposta seja utilizada é que exista a definição de indicador(es) que sigam os critérios apresentados na seção 2 e uma base de dados cujo modelo é estruturado e preparado para receber os parâmetros utilizados no cálculo do indicador. A viabilidade final do projeto é dada pela disponibilidade dos dados em si na base de dados, ou seja, que haja continuidade temporal e metodológica na coleta de campo dos dados presentes nas respectivas fórmulas de cálculo.

## REFERÊNCIAS

BARBIERI, A. F. *Uso antrópico da terra e malária no norte de Mato Grosso, 1992 a 1995*. Belo Horizonte, 2000. Dissertação (Mestrado) - CEDEPLAR, UFMG.

BORELLI, FREDERICO, TOCANTINS, CLAUDIA A., FURTADO, PHILLIP. *Um Mecanismo Baseado em XML para Integração de Dados Heterogêneos na BDI-PIATAM/SIPAM*. In Anais do I Congresso Internacional do PIATAM: ambiente, homem, gás e petróleo. Manaus, Brasil, 2005.

CAVALCANTE, Katia V., RIVAS A.A.; FREITAS C.E. *Indicadores Socioambientais e Atributos de Referência para o trecho Uruçu-Coari-Manaus*, Rio Solimões, Amazônia Ocidental, EDUA, 2007.

CAVALCANTE, Katia V.; TOCANTINS, CLAUDIA. A. *FBDI PIATAM: Uma ferramenta para a integração e disseminação de informações em projeto multidisciplinar*. In: SIGE 2007, 2007, Santarém. Consolidando a Ciência da Informação na Amazônia - SIGE/Anais. Santarém, 2007.

JUNK, W.J e FURCH, K The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. In: Key Enviroments Amazoniana. Eds.: G.T. Prance e T.E. Lovejov. Pergamon Press.1985

KAUFMANN, Christian; BRIEGEL, Hans. Flight performance of the malaria vectors *Anopheles gambiae* and *Anopheles atroparvus*. Journal of Vector Ecology. June, 2004.

MOTTA, R. S. *Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos*. Brasília: IPEA, 1996. 104p. (Textos para discussão, 403).

MOURA, Ana Clara Mourão *Tendência recente nos estudos urbanos e o papel da Cartografia Temática*. Belo Horizonte: Caderno de Arquitetura e Urbanismo, 1993. pág. 23-25.

TADEI, W. P. Projeto: Malária – Fatores Entomológicos envolvidos na Dinâmica de Transmissão. I. Densidade populacional, Caracterização dos Criadouros e Sazonalidade. Relatório Final/PCMAM. MCT, INPA, 1996.

TOCANTINS, C A., EVANGELISTA FILHA, I. M., CAVALCANTE, K. V. *Dados Multidisciplinares: integração espaço-temporal*. In: Anais do 1<sup>o</sup>. Congresso Internacional PIATAM: ambiente, homem, gás e petróleo. Modelagem ambiental. Pág.160, 2005.

XAVIER da SILVA, J Geoprocessamento e Análise Ambiental. Revista Brasileira de Geografia. 54 930: 47-61, 1992





**PARTE II**  
**MEIO**  
**SOCIOECONÔMICO**



# INDICADORES DE ATIVIDADE AGRÍCOLA FAMILIAR

Henrique dos Santos Pereira  
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe  
Albejamere Pereira de Castro

## 1. CONTEXTO

Nas comunidades estudadas pelo Piatam, as propriedades agrícolas são, em sua quase totalidade, manejadas por agricultores familiares.

A *agricultura familiar* é um componente dominante no cenário agrícola da Amazônia. Esse tipo de agricultura se diferencia daquele observado nos empreendimentos empresariais do agronegócio por ser uma forma de organização da produção em que os critérios utilizados para orientar as decisões relativas à exploração não se restringem à produção/rentabilidade econômica, mas, sobretudo, estão relacionados às necessidades e aos objetivos da família e sua reprodução sociocultural.

As atividades produtivas desenvolvidas pelos agricultores familiares são realizadas em florestas e outras formas de vegetação, tanto em terra firme como em áreas inundáveis, combinando o cultivo de espécies vegetais e a pequena criação animal ao extrativismo vegetal e animal. A unidade e o trabalho são organizados principalmente pelas próprias famílias que, algumas vezes, podem contar com a participação de parentes ou vizinhos próximos ou de outras localidades (DIEGUES, 2001).

A agricultura familiar é fundamental para o desenvolvimento de uma região ou do próprio país, pois as unidades familiares atendem melhor aos interesses sociais, são mais produtivas e asseguram melhor a conservação ambiental, do que outras formas de uso direto de recursos e ocupação do solo. São essas qualidades que as formas de produção utilizadas pelos agricultores familiares apresentam que têm possibilitado, de gerações para gerações, o atendimento às necessidades básicas de subsistência das populações sob condições ambientais adversas. Os sistemas de produção da agricultura familiar tendem a apresentar uma menor dependência de insumos externos e a um maior controle e utilização de recursos naturais existentes no local, com observância dos limites de renovação e exploração sustentadas desses recursos internos (NODA *et al.*, 2001). Por essas razões, é crescente o reconhecimento da importância de se incorporar os agricultores familiares em propostas de desenvolvimento e conservação dos recursos naturais, valorizando, ao mesmo tempo, o conhecimento tradicional que essas populações têm acumulado durante gerações.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas variáveis: Espécies cultivadas =  $p_i$ ; Área cultivada de cada espécie =  $a_i$ ; e Número de família entrevistada na comunidade ( $f_i$ ).

#### **Unidade cadastral básica:**

Unidade familiar de produção das áreas de ocupação das comunidades estudadas no Piatam.

#### **Âmbito:**

Trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori, Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

### 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

São sugeridos três indicadores de atividade agrícola, calculados por comunidade/localidade: Área média de cultivo - **A**; – Diversidade de cultivos - **D** e – Riqueza de cultivos - **R**, calculados como segue.

**Indicador Área média de Cultivos** – Este índice avalia a área ( $a$ ) média cultivada pelas unidades familiares,  $f_i$ , em uma determinada comunidade,  $C_i$ ; calculado segundo a fórmula:

$$A_{C_i} = \sum a_{f_i} / f_{i(C_i)}$$

Onde:

$a_{f_i}$  = área cultivada por uma determinada unidade familiar de produção  $f_i$  durante um ciclo anual; e:

$f_{i(C_i)}$  = Número de unidades familiares de produção em uma determinada comunidade.

Este índice revela se há variação (aumento, manutenção ou diminuição) da área cultivada média, por unidade familiar, quando comparado em dois momentos distintos, como, por exemplo, antes ou depois de um determinado evento causador de impacto socioambiental. Também pode servir para comparação entre comunidades e entre diferentes regiões (médio e baixo Solimões) e tipos de ambiente (várzea baixa, várzea alta, várzea+terra-firme). O índice pode ser desmembrado para avaliar a variação entre as diferentes estações hidrológicas. Para incluir os cultivos animais considera-se a área de pastagem ou de plantio de espécies forrageiras no cálculo.

#### **Indicador Diversidade de cultivos Agrícolas por comunidade:**

$$(D_{C_i}): D_{C_i} = 1 - \sum (p_i)^2$$

Onde:

$p_i$  = abundância relativa da espécie cultivada ( $p_i$ ) na comunidade ( $C_i$ ), que é obtida dividindo-se o número de ocorrências da espécie nas unidades familiares pelo número total de parcelas de cultivo registrado na comunidade:

$$p_i = N p_i / N_{(C_i)}$$

Este índice é similar ao índice de diversidade de Simpson (ODUM, 1986) e mede a probabilidade de duas famílias de uma determinada comunidade ( $C_i$ ) cultivarem uma mesma espécie. Entende-se que o aumento ou a redução do índice de diversidade agrícola pode decorrer de alterações (impactos socioambientais) locais conseqüentes de distúrbios causados pela atividade de transporte de gás e petróleo. Esse índice leva em consideração, tanto a riqueza quanto à equitatividade de cultivos entre as unidades familiares de uma

dada comunidade. Quanto mais próximo de 1, o valor indicará que mais diversificada é a agricultura familiar em uma determinada comunidade. Quanto mais próximo de 0, indicará que as famílias de uma determinada comunidade tendem a cultivar/criar as mesmas espécies.

**Indicador Riqueza de Cultivos** de espécies média por unidade familiar em determinada comunidade:

$$R_{pi(ci)} = \Sigma Npi_{(fi)} / Nfi_{(ci)}$$

Onde:

$\Sigma Npi_{(fi)}$  = Somatório do número de espécies cultivadas por unidade familiar de uma determinada comunidade.

$Nfi_{(ci)}$  = Número de unidade familiar de uma determinada comunidade.

Esse índice mede a riqueza (variabilidade) de cultivos agrícolas e criações animais em uma determinada comunidade no período avaliado. Essa variabilidade de cultivos agrícolas pode ser afetada por impactos socioambientais, causando uma redução (o mais provável) no número de espécies exploradas, por exemplo, quando um determinado hábitat da comunidade é afetado e se torna impróprio para o cultivo, ou seja, pela necessidade de aumentar a produção de um determinado cultivo/criação em detrimento de outros (considerando que a capacidade de produção familiar é limitada principalmente pela oferta limitada de mão-de-obra).

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Os indicadores apontam para uma variação na intensidade e na diversidade das atividades agrícolas entre as comunidades estudadas pelo Piatam (Quadro 1). A maioria das comunidades, exceto Santa Luzia do Buiuçuzinho (SLBU), apresentou uma alta diversidade de cultivos agrícolas ( $D > 0,87$ ) entre unidades familiares de produção. As comunidades Esperança II, Santo Antonio e Bom Jesus apresentaram um índice de diversidade intermediário, provavelmente, devido ao fato dessas comunidades explorarem apenas ambientes de várzea, ao contrário das demais que exploram, também, ambientes de terra-firme. A comunidade Santa Luzia do Buiuçuzinho é uma comunidade sem acesso a ambientes de várzea e a maioria de suas unidades de produção familiar cultiva, quase que exclusivamente, mandioca, para produção de farinha. A comunidade Nossa Senhora das Graças se destacou das demais pelo elevado índice de riqueza (R) de cultivos. As famílias dessa comunidade trabalham intensamente com a atividade agrícola. A área média cultivada por unidade familiar variou entre 1,81 e 5,95 ha, o que se encontra dentro do padrão observado na região.

QUADRO 1. ÍNDICES DE ATIVIDADE AGRÍCOLA NAS COMUNIDADES ESTUDADAS NO PIATAM – 2004/2006.

COMUNIDADE / ÍNDICE	DIVERSIDADE (D)	RIQUEZA (R)	ÁREA (ha)
Sta. Luzia do Baixo	0,89	18	2,55
Na. Sa. das Graças	0,89	23	1,92
Na. Sa. de Nazaré	0,89	14	5,95
Bom Jesus	0,76	7	3,36
Santo Antônio	0,79	8	1,81
Matrinxã	0,87	15	3,26
Lauro Sodré	0,87	17	2,34
Esperança II	0,73	8	1,90
Sta. Luzia do Buiuçuzinho	0,54	4	1,55

FONTE: Pesquisa de campo (2004/2006).

## REFERÊNCIAS

- DIEGUES, A.C.; ARRUDA, R.V.S. *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil* – Ministério do Meio Ambiente; São Paulo: USP, 2001. p. 127.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. CBS. Ind. Com. Ltda. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Coogan S.A. 434p. 1986.
- NODA, S.N. *et al.* Utilização e apropriação das terras por agricultura familiar amazonense de várzea. In: *Espaços e recursos naturais de uso comum*. São Paulo: NUPAUB-USP, 2001. 294 p.





# ÍNDICE DE ATIVIDADE PESQUEIRA DE COMUNIDADES RIBEIRINHAS DO MÉDIO E BAIXO RIO SOLIMÕES

Therezinha de Jesus Pinto Fraxe  
Antônio José Inhamuns  
Carlos Edwar C. de Freitas  
Márcia Melo Ramos

## 1. CONTEXTO

Na região amazônica há um elevado aproveitamento da biodiversidade íctica, sendo mais importante concentrar esforços em melhorar o aproveitamento das espécies capturadas, reduzindo as perdas e aumentando a equitatividade na distribuição dos benefícios gerados pela exploração desses recursos, do que efetuar esforços para aumentar o volume de produção.

O pescado é a principal fonte de proteína animal para as comunidades ribeirinhas. Tais comunidades praticam a pesca de subsistência durante todo o ano, mas, na época da safra pesqueira, no período de vazante/seca dos rios, vários comunitários dedicam-se à pesca comercial. Observa-se então, uma clara distinção na variedade e no número de espécies capturadas ao longo dos ciclos sazonais dos rios.

A pesca de subsistência explora, de forma mais equitativa, uma maior quantidade de espécies. Isto é esperado, uma vez que a pesca é, na maioria das vezes, uma atividade

secundária. Diversos estudos (BATISTA et al., 1998; BATISTA et al., 2000; FREITAS et al., 2002), realizados sobre a pesca de subsistência na Amazônia Central, indicam a exploração de um grande número de espécies, algumas ausentes dos mercados formais dos centros urbanos, tais como: piranhas Serrasalminidae, mandi (*Pimelodus* sp.), traíra (*Hoplias malabaricus*), peixe-cachorro (*Raphiodon vulpinus*), tamoatá (*Hoplosternum* spp.), piracatinga (*Calophysus macropterus*), peixe-moela (*Pemilodina flavipinnis*), bico-de-pato (*Surubim lima*), jacundá (*Crenicichla* spp.), entre outros. Segundo Batista et al. (2000), as espécies principais exploradas por pescadores de subsistência são sardinha, pacu, dodó e curimatã.

A pesca comercial é multiespecífica para abastecimento dos centros urbanos regionais. Usando-se a cidade de Manaus como referência, uma vez que é o principal mercado de pescado de água doce da Bacia Amazônica, verifica-se que menos de 10 espécies e/ ou grupos de espécies concentraram mais de 85% da composição dos desembarques em 2001: jaraquí (*Semaprochilodus insignis* e *S. taenirus*), curimatã (*Prochilodus nigricans*), pacu (*Mylossoma* spp) e várias espécies de sardinhas (*Triportheus* spp.), matrinxã (*Brycon* sp.) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) (IBAMA-PROVARZEA, 2002).

Por sua vez, a pesca comercial monoespecífica destinada à exportação apresenta como alvos preferenciais os bagres, a exemplo de: surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), caparari (*Pseudoplatystoma tigrinum*), piramutaba (*Brachyplatystoma vailantii*), dourada (*Brachyplatystoma rouseauxii*), piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum*) e pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*).

A grande diversidade de estratégias de vida adotadas pelos peixes levou os pescadores amazônicos a desenvolverem várias técnicas de pesca adaptadas à captura dos diferentes tipos de peixe, em diferentes habitats e épocas do ano (BARTHEM et al., 1997, FREITAS et al., 2002). Os pescadores da Amazônia têm grande habilidade para usar esses apetrechos e muito conhecimento sobre o ambiente de pesca e o comportamento do peixe.

Na pesca de subsistência são empregados diversos apetrechos e métodos de captura, e foram identificados para a pesca de subsistência, na ilha da Paciência (Amazônia Central), 11 tipos de artes de pesca diferentes, malhadeira, caniço, tarrafa, flecha, espinhel, anzol, linha de mão, arrastadeira, zagaia, arpão e redinha, das quais se destacam a malhadeira e o caniço. Esse resultado é corroborado pelo resultado obtido por Petreire Jr. (1992), que diz que a malhadeira e o caniço estão entre os principais apetrechos empregados na captura dos peixes nas pescarias artesanais de subsistência.

Na pesca comercial multiespecífica, caracterizada por ser artesanal, com finalidades comerciais, destinada ao abastecimento dos principais centros urbanos regionais, permanecem algumas características da pesca de subsistência, como o uso de vários apetrechos de pesca (FREITAS et al., 2002).

Petreire Jr. (1978) listou para a Amazônia Central treze aparelhos principais de captura: arrastadeira, arrastão de praia ou rede grande, malhadeira ou rede de espera, arrastão, redinha ou rede de cerco, tarrafa, linha de mão, arpão, zagaia, caniço, currico ou colher, arco e flecha, pinauaca (anzol com um pedaço de pano vermelho ou pena de arara, utilizado para a captura do tucunarê), curumim (linha com único anzol, presa no arbusto)

e estiradeira ou espinhel. Segundo o mesmo autor, a redinha era o aparelho mais utilizado na região no ano de 1978, seguido da malhadeira.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

Algumas espécies são mais frequentes em determinado período sazonal e em ambiente específico, o que facilita o acompanhamento e a análise da informação.

**Unidade cadastral básica:**

Unidade familiar comunitária.

**Âmbito:**

Trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori, Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

Os peixes, em função de seu hábito alimentar e suas características reprodutivas utilizam habitats diferenciados, amplamente conhecidos pelos ribeirinhos, que usam este conhecimento na pesca de subsistência e comercial, introduzindo o ciclo hidrológico como fator decisivo para o êxito na atividade. O elevado conhecimento empírico que os ribeirinhos da Amazônia detêm, refletido nas diferentes estratégias de exploração dos recursos naturais disponíveis, determina, em grande parte, o predomínio de uma atividade sobre outra como função do espaço, tipo de ambiente em que a comunidade está instalada e como função do tempo, ao longo do ciclo hidrológico.

As informações da atividade pesqueira, obtidas dos formulários e das observações *in loco* sobre as espécies capturadas, serão relacionadas à frequência de ocorrência e a frequência de venda, de acordo com o período de sazonalidade indicado. Com isso, busca-se obter o somatório das espécies capturadas em cada comunidade, considerando sua frequência de captura nos ambientes de pesca, bem como a frequência que estas espécies são vendidas nos centros urbanos próximos.

**Índice de Atividade Pesqueira – IAP** - A intenção deste índice é refletir a importância dos recursos pesqueiros na economia das comunidades estudadas pelo projeto Piatam, fazendo um cálculo ponderado entre as espécies de peixes usadas para consumo

familiar e aquelas comercializadas. Desse modo, o somatório do número de espécies capturadas foi relacionado com a frequência de captura dessas espécies e a frequência de venda, para cada período sazonal (seca e cheia), usando a equação:

$$IAP_{cheia} = \sum \left( \frac{fo_{spi}}{fot_{spn}} \right) \left( \frac{fv_{spi}}{fvt_{spn}} \right)$$

$$IAP_{seca} = \sum \left( \frac{fo_{spi}}{fot_{spn}} \right) \left( \frac{fv_{spi}}{fvt_{spn}} \right) 0$$

Onde,

$fo_{spi}$  = frequência de ocorrência da espécie  $i$ ;

$fot_{spn}$  = frequência total de ocorrência de todas as espécies;

$fv_{spi}$  = frequência da venda da espécie  $i$ ;

$fvt_{spn}$  = frequência da venda de todas as espécies.

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

As comunidades de peixes estão adaptadas às mudanças causadas pela flutuação anual do nível da água no sistema Solimões/Amazonas, onde o regime de alagação, superior a 10 metros, modifica os habitats e afeta diretamente os peixes (JUNK, 1999). A profunda interação entre o homem amazônico e o meio ambiente reflete-se em seu cotidiano. Em outras palavras, o ciclo hidrológico influencia não apenas a biota e o meio físico, mas também as estratégias de vida desenvolvidas pelos ribeirinhos, como forma de otimizar a utilização dos recursos naturais disponíveis. O IAP - Índice de Atividade Pesqueira apresentou flutuações sazonais ao longo do estudo, com a época de seca apresentando, em geral, maior atividade pesqueira do que a época de cheia (Figura 01).

A maior estimativa do IAP foi obtida para a comunidade de Santa Luzia do Baixo na época de seca, com o valor de 0,11, enquanto que a comunidade de Nossa Senhora de Nazaré apresentou um índice bastante elevado na época da cheia, com uma estimativa de 0,1. A estimativa do índice para a pesca realizada na comunidade de Matrinxã, por outro lado, possui apenas informações do período de seca, que resultou em um valor elevado, chegando a 0,10 (Figura 01).

As comunidades de Bom Jesus e Santa Luzia do Buiuçuzinho não possuem atividade pesqueira (Figura 01), pois se tratam de comunidades cuja atividade econômica gira em torno da policultura. No caso da comunidade de Bom Jesus, a sua principal atividade gira em torno do cultivo da malva e juta, enquanto que na comunidade de Santa Luzia do

Buiuçuzinho a atividade principal está voltada à produção de farinha e à extração da castanha e por esta também estar localizada em área de terra-firme, pois este ambiente propicia, ao longo de todo ano, a disponibilidade desses produtos, não tendo problemas com alagações. Isso não significa que os recursos pesqueiros não possuam forte importância para alimentação, uma vez que a pesca de subsistência ainda é a principal fonte de proteína animal. Traduz, tão somente, a ausência de comercialização de pescado nessas comunidades.

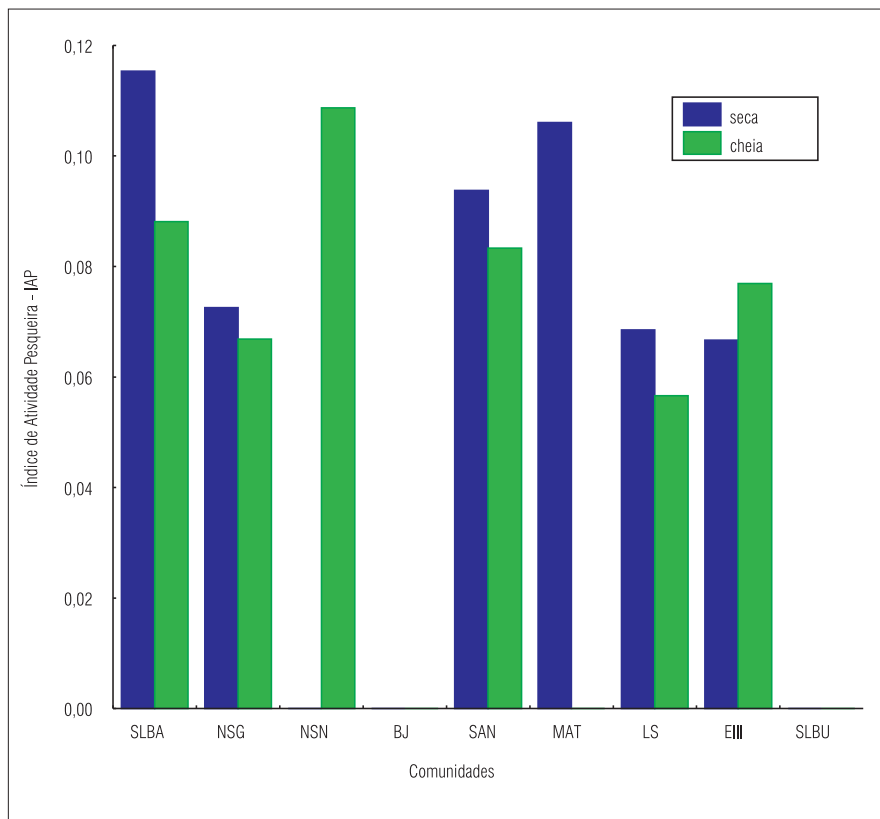


FIGURA 1. ÍNDICE DE ATIVIDADE PESQUEIRA (IAP) - NAS COMUNIDADES ESTUDADAS NO PIATAM - SEGUNDO A ÉPOCA DO ANO.

Legendas: SLBA (Santa Luzia do Baixo), NSG (Nossa Senhora das Graças), NSN (Nossa Senhora de Nazaré), BJ (Bom Jesus), SAN (Santo Antônio), MAT (Matrinxá), LS (Lauro Sodré), EII (Esperança II) e SLBU (Santa Luzia do Buiuçuzinho).  
Fonte: Pesquisa de campo (2004 a 2006).

A comunidade de Santo Antônio mostrou uma maior homogeneidade na atividade pesqueira ao longo do ano, com valores de 0,09 e 0,08 (Figura 01), para as épocas de seca e cheia, respectivamente. As comunidades de Nossa Senhora das Graças e de Lauro Sodré repetem esse padrão de relativa homogeneidade ao longo do ciclo hidrológico, com estimativas de 0,07 e 0,06, para a primeira comunidade, nos períodos de seca e cheia, respectivamente, e de 0,06 e 0,05 para a segunda, nos mesmos períodos (Figura 01). Segundo os dados coletados pelo grupo de socioeconomia, as comunidades de Nossa Senhora das Graças e de Santo Antônio são consideradas comunidades com forte atividade

pesqueira, apesar dos dados apontarem valores baixos para o índice. Isso decorre, muito provavelmente, do caráter oligoespecífico da pesca desenvolvida nessas comunidades, voltada para a exportação de grandes bagres, as da Ordem Siluriformes, como a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), a dourada (*Brachyplatystoma flavicans*), a piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum*), a pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), que são comercializadas diretamente com frigoríficos para processamento, em geral apenas evisceração e descabeçamento, antes de sua exportação para outros estados, principalmente da região Sudeste e para fora do país.

## REFERÊNCIAS

- BARTHEM, R.B.; PETRERE Jr., M.; ISAAC, V.J.; RIBEIRO, M.C.L.B.; MCGRATH, D.; VIEIRA, I. J. A.; VALDERRAMA-BARCO, M. (1997). *A pesca na Amazônia: Problemas e perspectivas para o seu manejo*. p.173-185. In: Valladares-Pádua.C.; Bodmer, R. E.; Cullen Jr. L. L.(eds). Manejo e conservação da vida silvestre no Brasil. CNPq/ Sociedade Civil Mamirauá, Belém.
- BATISTA, V.S.; INHAMUNS, A. J.; FREITAS, C.E.C.; FREIRE-BRASIL, D. (1998). *Characterization of the fishery in riverine communities in the Low-Solimões/High-Amazon region*. *Fisheries Management and Ecology*, 5:101-117.
- BATISTA, V. S.; FREITAS, C. E.C. F.; INHAMUNS, A. J.; FREIRE-BRASIL, D. (2000). *The fishing activity of the river people in the floodplain of the Central Amazon*. p. 417-431. In: Junk, W. J.; Ohly, J. J.; Piedade, M.T.F.; Soares, M.G.M. *The Central Amazon Floodplain: Actual use and options for a sustainable management*. Backhuys Publisherr, Leiden, The Netherlands.
- FREITAS, C. E. C.; RIVAS A. A. F. (2002). *Peixe: A sustentabilidade de um recurso comum na Amazônia*. VII. 225-251p. In: Rivas, A.; Freitas, C.E.C. *Amazônia: uma perspectiva interdisciplinar*. 271p.
- IBAMA; PRO-VÁRZEA (2002). Estatística pesqueira do Amazonas e Pará - 2001 / Mauro Luís Ruffino (coordenador). – Manaus: 73 p.
- PETRERE Jr., M. (1992). *As comunidades humanas ribeirinhas da Amazônia e suas transformações sociais*. p. 31-68. In: Diegues, A. C. (ed.). *Populações humanas, rios e mares da Amazônia*. Anais do IV Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil.
- PETRERE JR, M. (1978). Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. II. Locais e aparelhos de captura e estatística de desembarque. *Acta Amazônica*. 8 (suplemento 2): 1 a 54.





# ÍNDICE DE CIDADANIA DAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PIATAM

Therezinha de Jesus Pinto Fraxe  
Gabriel Adriano Akel Beniz  
Davyd Spencer Ribeiro de Souza  
Antonio Carlos Witkoski

## 1. CONTEXTO

O Índice de Exclusão/Inclusão Social (IEIS) tem sido uma das maneiras pelas quais diferentes instituições de pesquisa têm avaliado a situação socioeconômica dos grupos sociais que vivem nas cidades, estados e regiões do Brasil. Trata-se de um dos instrumentos metodológicos que contribuem para a formulação do Mapa da Exclusão/Inclusão Social em nível local, regional ou nacional.

Esse Mapa é um instrumento de análise socioeconômica que busca compreender, por meio das dimensões qualitativas e quantitativas, as condições de vida de um dado grupo social num mesmo território (SPOSATI, 2000). Para tanto, seu principal embasamento científico tem sido o IEIS, uma vez que é composto de algumas variáveis que abrangem aspectos socioculturais da vida de um dado grupo, como, por exemplo, condições de vida, escolaridade e nível de renda.

Entretanto, na construção do IEIS tem sido mais usual o exame do grau de precariedade de condições de vida de uma população a partir de variáveis auto-explicativas para determinado grupo ou segmento populacional. Mede-se a pobreza, por exemplo, por meio de diversos critérios que mostram seu agravamento, tais como exigências nutricionais, renda mínima adequada, entre outros aspectos relevantes para tal análise.

Há quem utilize médias gerais, como número de desempregados, grau de escolaridade, condições de moradia ou acesso aos bens e serviços oferecidos pelo Estado. Mas, segundo Reis (2002), é necessária a seguinte observação: primeiro, o termo exclusão social trata de um fenômeno que abrange diferentes formas e níveis, bem como diferentes sistemas e realidades. Dessa forma, define-se, a partir da situação e do momento político, econômico e social de cada local e/ou região onde o fenômeno esteja ocorrendo.

Para Rogers (1995) a abordagem de exclusão social é, em sua essência, multidimensional, incluindo, não só a falta de acesso a bens e serviços, mas também à segurança, à justiça, à cidadania, ou seja, relacionam-se às desigualdades econômicas, políticas, culturais e étnicas.

Wolfe (1995) associa a preocupação com exclusão social à ameaça que grupos, até recentemente integrados ao padrão de desenvolvimento vigente, têm sofrido por serem marginalizados, concretizada em muitos casos, criando uma classe de novos excluídos. As recentes transformações socioeconômicas, ao gerarem uma massa de pessoas supérfluas ao sistema, redirecionaram o foco das discussões sobre problemas sociais.

A literatura recente tem apontado para a significativa complexidade que envolve o termo exclusão social, destacando a existência de uma grande dificuldade para se chegar a uma definição geral, principalmente pela compreensão do significado nas diferentes regiões onde o fenômeno ocorre.

É, pois, tarefa enormemente complexa tentar distinguir sentimento de exclusão, que subjetivamente é o que importa, de um critério objetivo de exclusão efetiva.

Essa complexidade é expressa com clareza na referência feita ao conceito pelo Comissariado Geral de Planejamento do Governo francês: “A noção de exclusão social é saturada de significados, não-significados e contra-significados. Pode-se fazer quase qualquer coisa com o termo, já que ele exprime o ressentimento daqueles que não podem obter aquilo que reivindicam” (REIS, 2002).

No entanto, a construção de um Índice de Exclusão/Inclusão Social, contemplando todas as complexas variáveis de uma metrópole, não satisfaria a realidade das comunidades ribeirinhas devido às especificidades do modo de vida amazônico, onde o ritmo de vida, cultura, trabalho e outras atividades do cotidiano se diferenciam, bem como as próprias relações de trabalho. Sendo assim, procurou-se estabelecer um índice que contemplasse os diferentes aspectos deste modo de vida tradicional, o ICP – Índice de Cidadania Piatam.

O Índice de Cidadania Piatam tem como objetivo expressar o modo e o estilo de vida que os ribeirinhos e ribeirinhas vivem no trecho de 400 km do município de Coari até a cidade de Manaus – capital do Amazonas. Esse índice trabalha com variáveis que expressam a realidade de cada grupo social das nove comunidades estudadas pelo Piatam.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas informações a partir dos formulários focais e questionários entregues aos coletores para a obtenção das seguintes variáveis: renda, alimentação, saúde, educação e organização social, em diferentes ciclos sazonais, nas comunidades de atuação do Piatam.

**Unidade cadastral básica:**

Unidade familiar das comunidades estudadas no Piatam.

**Âmbito:**

Trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori, Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

Elegeu-se 05 (cinco) variáveis consideradas relevantes para tal abordagem a fim de se obter um resultado que se aproxime da realidade.

Para cada variável foi definido um valor em nota decimal para a medição, visando a maior inteligibilidade ao senso comum em atribuir boas notas a boas situações e más notas a más situações. Essa condição agrega uma dimensão simbólica necessária sobre o que se almeja e o que não se aceita quanto às condições de vida.

**O Índice de Cidadania Piatam – ICP** tem por finalidade mostrar por meio da variação numérica de “0” a “1” um índice composto, inteligível, capaz de visualizar os parâmetros reais da pior e da melhor incidência de uma variável.

O ICP é composto por 05 variáveis, hierarquizadas, a partir do grau de importância dada a cada uma, em que o somatório do resultado obtido deve oscilar entre “0” e “1”, sendo calculado pela seguinte fórmula:

$$ICP = \Sigma (R_c + A_c + S_c + E_c + OS).$$

Onde:

$ICP$  = Índice de Cidadania Piatam;

$R_c$  = Renda comunitária;

$A_c$  = Alimentação comunitária;

$S_c$  = Saúde comunitária;

$E_c$  = Escolaridade comunitária; e

$OS$  = Organização comunitária.

Para a obtenção do ICP geral das nove comunidades utiliza-se a seguinte fórmula:

$$ICP = \Sigma(R_c + A_c + S_c + E_c + OS)/9.$$

As variáveis receberam valores decimais hierarquizados, tendo Renda = (0,3); Alimentação = (0,2); Saúde = (0,2); Escolaridade = (0,15); Organização social = (0,15), que somados, obtêm-se o  $ICP$ .

Variável Renda - Elegeu-se com o valor de 0,3 em relação às demais variáveis do índice, por se entender que, sem possibilidades de aquisição de elementos básicos para a manutenção da vida cotidiana dos ribeirinhos em questão, as demais variáveis – alimentação, saúde, educação e organização social, ficam prejudicadas, pois estão interligadas com a renda. No entanto, é a renda de cada família que determina o estilo de vida de todos que vivem no sistema capitalista de produção.

Para a variável renda, foram atribuídas quatro categorias, com seus respectivos valores decimais conforme quadro abaixo:

CATEGORIAS	RENDA FAMILIAR MENSAL	VALOR DECIMAL
A	Menos de R\$ 100	0,00
B	R\$ 101 a R\$ 300	0,10
C	R\$ 301 a R\$ 500	0,20
D	Acima de R\$ 500	0,30

$$R_c = (nA+nB+nC+nD)/nT$$

Onde:

$R_c$  = Renda comunitária;

$n$  = número de pessoas entrevistadas por categoria;

$A, B, C, D$  = categorias; e

$nT$  = número total amostrado por comunidade.

Variável Alimentação - foram atribuídas três categorias, de 0,00 a 0,20, com seus respectivos valores decimais, conforme quadro abaixo. Por entender que 03 (três) refeições diárias é o que cada cidadão necessita para manter o organismo em boas condições. Fugindo a isso o indivíduo poderá não atender ao requisito calórico diário.

CATEGORIAS	N.º REFEIÇÕES	VALOR DECIMAL
A	Uma refeição	0,00
B	Duas refeições	0,10
C	Três refeições	0,20

$$A_c = (nA+nB+nC)/nT$$

Onde:

$A_c$  = Alimentação comunitária;

$n$  = número de pessoas entrevistadas por categoria;

$A, B, C$  = categorias; e

$nT$  = número total amostrado por comunidade.

Variável Saúde - foram discriminadas as formas de acesso à saúde, divididas em quatro categorias, contendo cada uma o valor de (0,05), totalizando (0,2), valor atribuído à assistência estatal nas comunidades Piatam – com relação à saúde – quando satisfeitas todas as categorias, de acordo o com quadro abaixo.

CATEGORIAS	ASSISTÊNCIA MÉDICA	VALOR DECIMAL
A	Agente de saúde	0,05
B	Remédio com orientação médica	0,05
C	Vacinação em dia	0,05
D	Número de doenças (até 3)	0,05

Nota: Soma dos valores coletados por comunidade

$$S_c = \Sigma (A+B+C+D)$$

Onde:

$S_c$  = Saúde comunitária; e

$A, B, C, D$  = categorias.

Variável Educação - De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases de Ensino Brasileiro de 1996, é direito de todos e dever do Estado oferecer todos os níveis de ensino.

Nesse sentido, elegeu-se o Ensino Superior com maior valor decimal (0,15), por entender que é diretamente proporcional à relação cidadania/escolaridade.

Para a variável educação, foram atribuídas quatro categorias com seus respectivos valores decimais, conforme quadro abaixo.

CATEGORIAS	GRAU DE ESCOLARIDADE	VALOR DECIMAL
A	Não estudou	0,00
B	Ens. Fundamental	0,05
C	Ens. Médio	0,10
D	Ens. Superior	0,15

$$E_c = (nA+nB+nC+nD)/nT$$

Onde:

$E_c$  = Escolaridade comunitária;

$n$  = número de pessoas entrevistadas por categoria;

$A, B, C, D$  = categorias; e

$nT$  = número total amostrado por comunidade.

Variável Organização Social - foram atribuídos quatro níveis, de acordo com as formas de interação e organização social existentes em cada comunidade. Os valores (0 a 0,15) devem-se ao fato da relação estabelecida entre comunidade/ribeirinhos e participação política, social e econômica, nas diversas formas de organização social existentes, conforme quadro abaixo.

CATEGORIAS	ORGANIZAÇÃO SOCIAL	VALOR DECIMAL
1. <sup>a</sup>	Não participa de organização social formal e informal	0,00
2. <sup>a</sup>	Participa de organização social informal	0,05
3. <sup>a</sup>	Participação de organização social formal e informal	0,10
4. <sup>a</sup>	Maioria filiados a associações, sindicatos e cooperativas.	0,15

Nota: Valor coletado por comunidade

$OS$  = (valor da categoria escolhida)

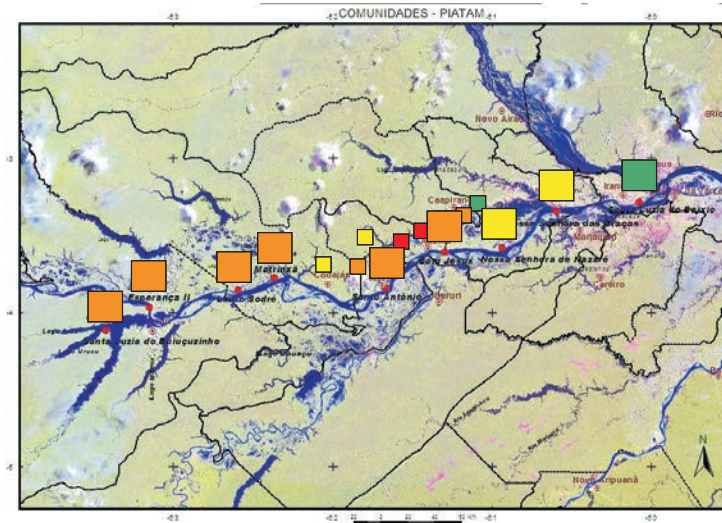
Onde:

$OS$  = Organização Social.

\* Quanto maior o índice, melhor a condição de cidadania.

Obs.: Os dados utilizados foram extraídos somente no período da cheia – (abril – junho de 2005 e 2006)

## ÍNDICE DE CIDADANIA PIATAM– ICP\*



### LEGENDAS

- 0.000 – 0.250 – Crítico
- 0.251 – 0.500 – Baixo
- 0.501 – 0.750 – Médio
- 0.751 – 1.000 – Ótimo

QUADRO 2. ÍNDICE DE CIDADANIA PIATAM – ICP

COMUNIDADES	RENDA	ALIMENTAÇÃO	SAÚDE	EDUCAÇÃO	ORGANIZAÇÃO SOCIAL	ICP POR COMUNIDADE
Santa Luzia do Baixo	0,257	0,200	0,100	0,060	0,150	0,767
Nossa Senhora das Graças	0,119	0,200	0,100	0,056	0,100	0,575
Nossa Senhora de Nazaré	0,142	0,200	0,050	0,046	0,100	0,538
Bom Jesus	0,119	0,200	0,050	0,014	0,100	0,483
Santo Antônio	0,039	0,189	0,050	0,000	0,100	0,378
Matrinxá	0,086	0,200	0,050	0,021	0,050	0,407
Lauro Sodré	0,000	0,200	0,050	0,046	0,100	0,396
Esperança II	0,071	0,200	0,050	0,029	0,100	0,450
Santa Luzia do Buiuçuzinho	0,058	0,200	0,050	0,068	0,100	0,476
<b>ÍNDICE GERAL DAS NOVE COMUNIDADES ESTUDADAS NO PIATAM</b>						<b>0,497</b>

## REFERÊNCIAS

REIS, Carlos Nelson. Exclusão social: a multidimensionalidade de uma definição. *Revista Vistural Textos & Contextos*, nº 1, nov. 2002.

ROGERS, Gerry. What is special about social exclusion approach? In: Garry Rogers, Charles Gore & Figueireido, José (orgs.). *Social exclusion: rethoric, reality, responses*. USA, International Institute for Labor Studies, 1995.

SPOSATI, Aldaíza. Cidade, território, exclusão/inclusão social, Texto apresentado originalmente no Congresso Internacional de Geoinformação – GEO Brasil/2000, São Paulo, Palácio das Convenções do Anhembi – 16/06/2000. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/exclusao/cidade.pdf>.

WOLFE, Marshall. Globalization and social exclusion – some paradoxes. In: Garry Rogers, Charles Gore & Figueireido, José (orgs.). *Social exclusion: rethoric, reality, responses*. USA, International Institute for Labor Studies, 1995.



# ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO PIATAM

Pery Teixeira  
Alexandre Rivas

## 1. CONTEXTO

Em 1990, o Programa para o Desenvolvimento das Nações Unidas - PNUD publicou o primeiro Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (UNDP, 1990). Essa publicação revolucionou o discurso sobre desenvolvimento econômico por meio da introdução do IDH como um método para calcular o bem-estar de uma nação. O índice é construído baseado no pressuposto de que “o desenvolvimento humano diz respeito ao aumento das opções de escolha das pessoas”. Entre essas, as mais críticas são aquelas que proporcionam uma vida longa e boa saúde, boa educação e um padrão de vida decente. O estudo fez sua contribuição mais importante para o discurso do desenvolvimento quando afirmou que esses três fatores eram “essenciais” e que o desenvolvimento deles não estava, necessariamente, relacionado ao crescimento do Produto Interno Bruto - PIB. O estudo sugeriu que, embora o PIB fosse um importante indicador de desenvolvimento, ele não era o único. No Brasil, o índice foi calculado pela primeira vez em 1988.

## 2. CONSTRUÇÃO

O indicador utiliza dados levantados diretamente nas comunidades estudadas no desenvolvimento de uma excursão realizada, especificamente para esse fim, durante o mês de setembro de 2006. Os questionários aplicados seguiram padrão internacional, porém, foram ajustados para captar a realidade local e adequar-se à escala do universo considerado.

### 2.1 Classificação de Atividades

Para aferir o nível de desenvolvimento humano nas comunidades estudadas as dimensões são as mesmas: educação, longevidade e renda, com uma modificação em um dos subcomponentes, educação.

#### **Âmbito:**

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori, Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

O **Índice de Desenvolvimento Piatam - ID** segue roteiro metodológico semelhante ao utilizado para o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, o qual é um índice produzido a partir do cálculo da média aritmética de três outros índices relativos à educação, longevidade e à renda.

Para avaliar a dimensão da educação o cálculo do IDH considera dois subíndices. O primeiro é constituído pelas pessoas de 15 anos e mais que declararam, no levantamento realizado, ter, pelo menos, completado a quarta série do Nível Fundamental. O segundo subíndice é o somatório das pessoas, independentemente da idade, que freqüentavam algum curso, dividido pelo total de pessoas entre 7 e 22 anos da idade.

Na construção do IDH e do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M, (BNDES, 2000), originais, utilizou-se, como um dos subíndices, a taxa de alfabetização da população com 15 anos e mais de idade. Devido à possibilidade de ocorrência de erros de levantamento em relação à definição e à caracterização do que vem a ser uma pessoa alfabetizada, optou-se pela utilização de outro índice, relacionado à escolaridade daquele estrato populacional, constituído pelo complemento do *analfabetismo funcional* (proporção de pessoas que concluíram, no máximo, a terceira série do Nível Fundamental). A utilização dessa categoria permite reduzir parte dos erros devidos às informações incorretas, porventura dadas pelos entrevistados sobre seu nível de instrução.

O item longevidade é avaliado considerando a esperança de vida ao nascer. Esse indicador mostra a quantidade de anos que uma pessoa nascida naquela localidade, em um ano de referência, deve viver. Ocultamente, há uma sintetização das condições de saúde e de salubridade no local, já que a expectativa de vida é diretamente proporcional e diretamente relacionada ao número de mortes precoces.

A renda é calculada tendo como base a renda *per capita* do país. Como existem diferenças entre o custo de vida de um país para o outro, a renda medida pelo IDH é em dólar PPC (Paridade do Poder de Compra), que elimina essas diferenças.

Geralmente, para transformar uma variável  $x$  num valor entre 0 e 1 (que permite a comparação dos diferentes índices), a seguinte fórmula é usada:

$$\hat{\text{Índice}} x = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

**Onde:**

$\min(x)$  e  $\max(x)$  são os valores mínimos e máximos que  $x$  pode assumir respectivamente.

Para efeito desse método, os valores máximo e mínimo da renda foram atualizados por meio da utilização do valor do PIB-PPC *per capita* de 2005 (IMF, 2007), um deflator para o período 2001-2005 (INPC/PNAD) e um deflator (IPC) para o período 2005/2006 (IPEADATA, 2007). Os valores obtidos para as rendas *per capita* mínima e máxima, respectivamente, são R\$ 5,67 e R\$ 2.248,62.

O índice de Desenvolvimento Humano representa uma média entre três subíndices:

$$\text{Subíndice de longevidade} = \frac{EV - 25}{85 - 25}$$

$$\text{Subíndice de educação} = \frac{2}{3} \times ITAA + \frac{1}{3} \times GEI$$

$$- ITAA = \frac{TAA - 0}{100 - 0}$$

$$- GEI = \frac{CGER - 0}{100 - 0}$$

$$\text{Subíndice de renda} = \frac{\log(PNB_{pc}) - \log(100)}{\log(40000) - \log(100)}$$

Onde:

*EV* – Expectativa de Vida;

*ITAA* – Subíndice associado à Taxa de Escolaridade;

*TAA* – Taxa de Escolaridade da População de 15 anos e mais;

*CGER* – Taxa Bruta de Frequência à Escola;

*GEI* – Subíndice associado à Taxa Bruta de Frequência à Escola; e

*PNB<sub>pc</sub>* – Renda Domiciliar *per capita*.

Para melhor leitura do *IDH*, foi estabelecida uma escala que vai de zero a um, com três níveis. Para o caso do *ID*, essa escala também varia no mesmo intervalo, porém, com quatro níveis, como será visto adiante.

### 3.1 Conceitos do ID

Como no caso do *IDH*, na concepção do Índice de Desenvolvimento da área estudada pelo Piatam (*ID*), foram considerados os seguintes conceitos de pobreza, analfabetismo, educação, esperança de vida e taxa de natalidade.

A pobreza é uma condição na qual a falta de acesso a serviços como saúde, educação, segurança e de mínimos recursos financeiros, por parte de indivíduos de determinados grupos sociais, prejudica ou impossibilita a sua subsistência. A visão unidimensional da pobreza (veiculada pelo Banco Mundial) é centrada na falta de renda dos indivíduos. Já a visão multidimensional, como por exemplo a do PNUD, considera, além da renda, variáveis como acesso à saúde e à educação para avaliar a exclusão das pessoas.

Analfabetismo funcional, como o próprio nome indica, é o desconhecimento do alfabeto, ou seja, a incapacidade de ler e escrever. Segundo a Unesco: “uma pessoa funcionalmente analfabeta é aquela que não pode participar de todas as atividades nas quais a alfabetização é requerida para uma atuação eficaz em seu grupo e comunidade, e que lhe permitem, também, continuar usando a leitura, a escrita e o cálculo a serviço de seu próprio desenvolvimento e do desenvolvimento de sua comunidade”.

Para fins estatísticos, uma pessoa de 15 anos ou mais de idade é caracterizada como analfabeta funcional se não completou as quatro primeiras séries do Ensino Fundamental. O analfabetismo é um grave problema na maioria dos países subdesenvolvidos, comprometendo o exercício pleno da cidadania e o desenvolvimento socioeconômico do país.

A Educação engloba *ensinar* e *aprender*, e, também, algo menos tangível, contudo, mais profundo: construção do conhecimento, bom julgamento e sabedoria. A educação tem nos seus objetivos fundamentais a passagem da cultura de geração para geração.

Numa dada população, esperança de vida ou expectativa de vida é o número médio de anos que um indivíduo pode esperar viver, se submetido, desde o nascimento, às taxas de mortalidade observadas no momento (ano de observação). Trata-se de um indicador sintético e a medida mais utilizada do nível de mortalidade de uma população, em virtude de ser comparável, tanto temporal como espacialmente (entre países, regiões e municípios, por exemplo).

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

O Índice de Desenvolvimento da área estudada pelo Piatam é 0,653. Convém ressaltar que esse índice não deve ser comparado com os resultados do *IDH* ou *IDH-M* que, no caso deste último, cobre as áreas urbanas e rurais dos municípios (BNDES,2000), especialmente porque a renda levantada na pesquisa de campo nas áreas rurais não inclui seu componente não-monetário, devendo ser, portanto, inferior à que se observa nas áreas urbanas. A diferença pode ter peso expressivo no índice final. Por sua vez, a troca do indicador relativamente ao de alfabetização do *IDH-M* provoca alteração mínima do resultado, já que, neste caso específico, os valores das duas taxas encontradas (alfabetização e escolaridade) são muito próximos.

O ID varia de zero (nenhum desenvolvimento) até 1 (desenvolvimento total), sendo a classificação dos valores feita da seguinte forma:

- Entre 0,00 e 0,25 é considerado crítico.
- Entre 0,26 e 0,50 é considerado baixo.
- Entre 0,51 e 0,75 é considerado médio.
- Entre 0,76 e 1,00 é considerado alto.

Valores dos subíndices componentes do ID:

- Subíndice de educação = 0,774, composto por
- Parcela referente à escolaridade dos adultos = 0,694
- Parcela referente à frequência à escola = 0,937
- Subíndice de longevidade = 0,683
- Subíndice de renda = 0,503

## REFERÊNCIAS

BNDES. Políticas Públicas: o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e variantes. *Informe-se*, N.º 19, Outubro, 2000.

International Monetary Fund. World Economic Outlook Databases for September 2006. <http://www.imf.org/external/ns>. Acessado em 17/01/2007.

IPEADATA. [www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br). Acessado em 24/1/2007.

SEPLAN-AM, Prefeitura de Manaus, PNUD e Fundação João Pinheiro. *Desenvolvimento Humano de Manaus*. Atlas Municipal. Belo Horizonte, 2006.

UNDP. *Human Development Report*. 1990. New York/Oxford, Oxford University Press, 1990.



# RENDA E POBREZA NAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PROJETO PIATAM

Alexandre Rivas  
Renata Mourão

## 1. CONTEXTO

Em termos socioeconômicos, o estudo da renda e, principalmente sua composição são imprescindíveis. O Brasil, um país de cerca de 170 milhões de habitantes, vivendo em sua maioria nos grandes centros urbanos, tem uma economia que, em termos *per capita*, situa-se entre as mais desenvolvidas dos países em desenvolvimento, próxima e, em muitos setores, superiores às do México, Chile e Argentina. Socialmente, no entanto, os níveis de exclusão e desigualdade estão parizados com os piores do mundo. Parte dessa pobreza e desigualdade encontra-se na área rural do país, em zonas agrícolas. São as pessoas que sobrevivem graças a uma economia de subsistência extremamente precária. (SCHWARTZMAN, 2004).

Na região Norte, o estudo da renda mostra especificidades únicas, diferentemente do que ocorre no Nordeste do país ou mesmo em zonas agrícolas deprimidas como em Minas Gerais e Rio de Janeiro. Na Amazônia, apesar das dificuldades de acesso e das grandes

distâncias encontradas, é muito difícil encontrar pessoas subnutridas devido a falta de proteína. Isso acontece porque o consumo de pescado e de farinha de mandioca é muito elevado naquela região. No entanto, no que concerne às questões de habitabilidade, saúde e educação, ou seja, aspectos relacionados à qualidade de vida, a Região ainda é bastante precária.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os dados para esta análise sobre pobreza e indigência na área de estudo do Piatam foram obtidos durante pesquisa de campo, realizada especificamente para esse fim, durante o mês de setembro de 2006, a qual levantou o perfil socioeconômico das comunidades estudadas pelo Projeto. Os dados obtidos foram armazenados na Base de Dados Integrada – Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

No que concerne à renda, o levantamento foi dividido em dois grupos: (i) principais atividades realizadas pelos ribeirinhos durante o dia, independente de serem ou não geradoras de rendimento; e (ii) fonte e formas de rendimentos.

#### **Âmbito:**

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori, Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

Apesar da pesquisa ter sido aplicada em moradores com 10 anos e mais de idade, a análise dos dados para delimitação das “linhas de pobreza e indigência” utilizou a população a partir de 15 anos e mais de idade, considerada a população economicamente ativa (PEA). Foram utilizadas duas metodologias para esse cálculo: a do Banco Mundial e a do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, ambas considerando somente os aspectos monetários.

Com o propósito de agregação global e comparação entre os países, a metodologia do Banco Mundial adota como critério o valor de US\$ 2,00/dia em poder de compra para delimitação da linha de pobreza e o valor de US\$ 1,00/dia em poder de compra para delimitação da linha de indigência.

No Brasil, o Atlas de Desenvolvimento Humano, realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, adota como critério para determinação das linhas



de pobreza a proporção dos indivíduos que vivem em domicílios particulares permanentes com renda equivalente a  $\frac{1}{2}$  de salário-mínimo. E para determinação da linha de indigência, o valor de  $\frac{1}{4}$  de salário-mínimo. O salário-mínimo, na metodologia do Atlas de Desenvolvimento Humano, é correspondente ao valor vigente na data em que a pesquisa foi realizada.

Visando aos rendimentos totais, os cálculos para a determinação da linha de pobreza e de indigência concentraram-se na fonte e forma dos rendimentos, estando abaixo relacionados:

Quanto à fonte dos rendimentos:

$$TR = TA + TNA + AP + AG + outros$$

Onde:

*TR*= total dos rendimentos;

*TA*= trabalho assalariado;

*TNA*= trabalho não-assalariado;

*AP*= aposentadoria, pensão ou salário-desemprego;

*AG*= auxílios do governo, como bolsa-família; e

*outros*= qualquer outro rendimento não proveniente das fontes acima mencionadas.

Quanto à forma de remuneração do trabalho não-assalariado (*TNA*):

$$TNA = VP + TP + NR$$

Onde:

*TNA*= forma de remuneração do trabalho não-assalariado;

*VP*= venda de produtos;

*TP*= troca de produtos;

*NR*= não-remunerado.

Dessa forma, estimou-se o valor total dos rendimentos mensais dos moradores das nove comunidades estudadas. Como parâmetros, a análise considerou o valor do dólar americano no último dia útil do mês de setembro/2006, mês no qual a pesquisa foi realizada, o equivalente a R\$ 2,1742, segundo cotação oficial do Banco Central do Brasil, e o valor do salário-mínimo vigente no mesmo mês, R\$350,00 (BANCO MUNDIAL, 2007; PNUD, 2006).

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

As comunidades estudadas pelo Piatam possuem significativo número de residentes em situação de pobreza declarada, desconsiderando os valores não-monetários, ou seja, qualquer atividade visando somente à subsistência, uma vez que essas populações possuem uma dieta alimentar relativamente saudável, a base de proteínas e carboidratos.

Os resultados apresentados representam o percentual em relação à população da comunidade, para assim melhor caracterizar os rendimentos em cada uma delas. A figura 1

abaixo representa a linha de pobreza e de indigência nas comunidades estudadas pelo Piatam, calculadas na metodologia das duas instituições, Banco Mundial (a) e PNUD (b).

Segundo o Banco Mundial, para rendimentos abaixo de R\$ 65,22, valor correspondente a “linha de indigência”, o percentual do número de pessoas na linha de indigência varia de 2,39 a 16,46%, o que corresponde a “1 dólar/dia” em poder de compra. Quanto à “linha de pobreza” esse percentual varia de 3,85 a 35,29%, ou seja, o valor de “dois dólares/dia” em poder de compra (Figura 1).

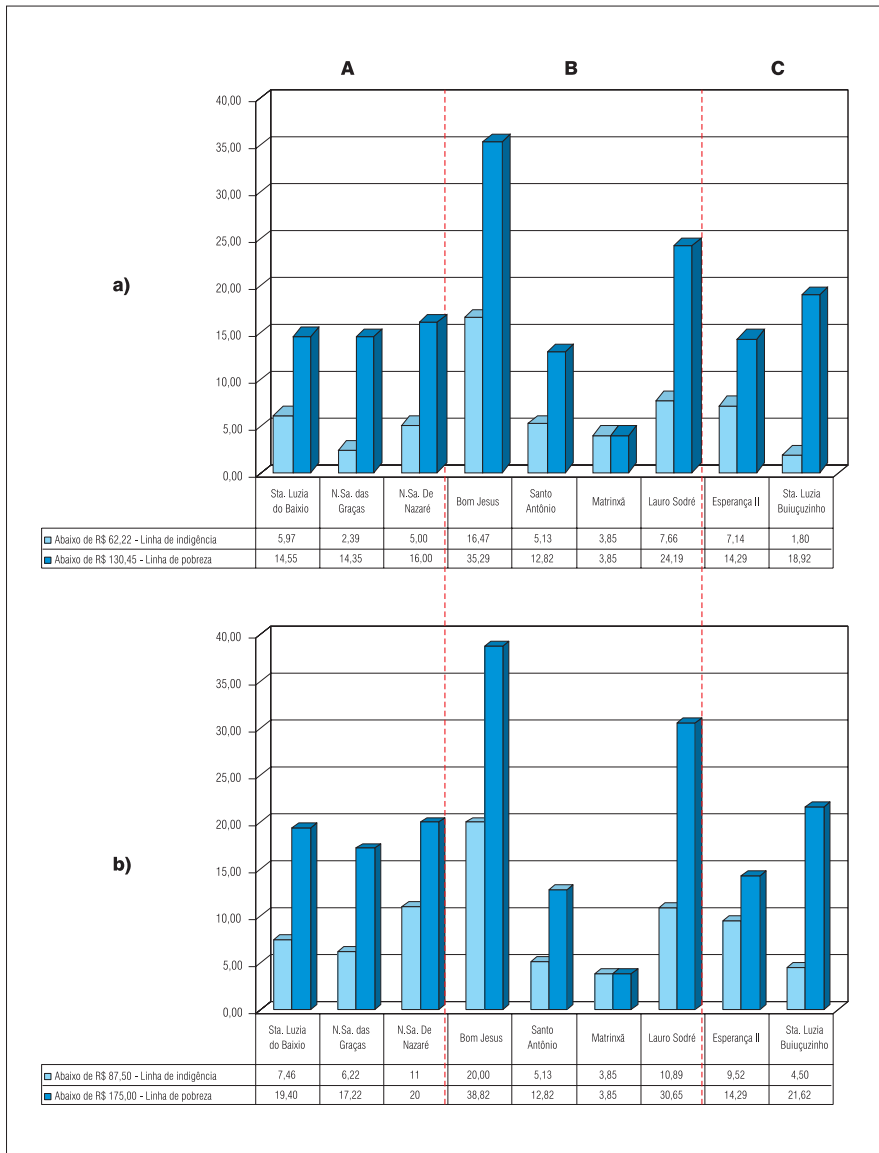


FIGURA 1. INDIGÊNCIA E POBREZA NAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PIATAM.

(a) Método Banco Mundial e (b) Método PNUD.

Já no método adotado pelo PNUD, o valor total de pessoas que recebem mensalmente  $\frac{1}{4}$  de salário-mínimo, correspondente à “linha de indigência”, varia de 3,85 a 20%, o que representa R\$ 87,50/mês, enquanto 3,85 a 38,82% de pessoas recebem abaixo  $\frac{1}{2}$  salário mínimo ou R\$ 175,00, valor correspondente à “linha de pobreza” (Figura 1).

Com relação à linha de indigência, em ambos os métodos, a comunidade de Bom Jesus, seguida da comunidade de Lauro Sodré, foi a que apresentou o maior percentual, 35,29%. Quando observada a linha de pobreza, não há diferença significativa entre várias comunidades, permanecendo nos maiores percentuais pelos totais populacionais Bom Jesus e Lauro Sodré, além da comunidade Santa Luzia do Buiúçuzinho e Nossa Senhora de Nazaré.

As comunidades com um número menor de pessoas em situação de pobreza e indigência foram as localizadas próximas aos grandes centros consumidores dos municípios de Manaus e Coari. As comunidades Nossa Senhora das Graças e Esperança II apresentaram um bom desempenho em comparação às demais, no entanto, as comunidades de Bom Jesus e Matrinxã, apresentaram valores menores. Isso poderá ter ocorrido pelo pequeno número de moradores dessas comunidades, contribuindo para a redução do indicador.

A situação de pobreza e indigência nas comunidades estudadas está intimamente ligada à questão dos rendimentos. Quando verificada a Renda Média e *Per Capita* das comunidades, a mesma tendência acima descrita é observada, ou seja, as comunidades próximas às maiores cidades (Manaus e Coari) possuem rendimentos acima dos observados nas intermediárias (MOURÃO, RIVAS & FRAXE, 2007).

## REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL. 2007. Em: <[www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)>. Acessado em: 12 de janeiro de 2007.

BANCO CENTRAL. Em: <[www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br)>. Acessado em: 26 de fevereiro de 2007.

MOURÃO, R.R.; RIVAS, A.A.F; FRAXE, T.J.P. *O Estado da Economia nas Comunidades de Várzea: atividades tradicionais e integração de mercado*. Teixeira, P.; Brasil, M.; Rivas, A.A.F. Produzir e Viver: estudo sociodemográfico das comunidades do Médio Solimões. (no prelo)

Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas - PNUD. 2007. Em: <[www.pnud.org.br](http://www.pnud.org.br)> . Acessado em: 15 de janeiro de 2007.

SCHWARTZMAN, S. *As Causas da Pobreza*. Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2004.



# EVOLUÇÃO DOS ROYALTIES REPASSADOS AOS MUNICÍPIOS DAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PROJETO PIATAM

Alexandre Rivas  
Fernando Pellon de Miranda  
Renata Mourão

## 1. CONTEXTO

A Agência Nacional de Petróleo (ANP), a entidade reguladora governamental, pela Lei n.º 9.478 de 6 de agosto de 1997 – a Lei do Petróleo, adotou novo método de cálculo de repasse das compensações financeiras pelas atividades de exploração, produção, operações de embarque e desembarque de petróleo e gás natural ao Estado. É uma remuneração mensal à sociedade pela exploração desses recursos, que são escassos e não renováveis. (ANP, 2007; SCHECHTMAN, 2001).

De acordo com essa Lei, o Estado, que é detentor dos recursos minerais, transfere as atividades de exploração e produção a empresas, por meio de contratos de concessão que são celebrados com a Agência Nacional de Petróleo (ANP). Assim, além dos tributos e das contribuições sociais pagas por todas as empresas que operam sob as leis brasileiras, os concessionários das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural

---

1 Importante ressaltar que a alíquota é diferente na produção em terra e em plataforma continental.

pagam também uma compensação financeira aos estados e municípios brasileiros, ao Comando da Marinha e ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Essa compensação financeira são os chamados *royalties* (SCHECHTMAN, 2001; ANP, 2007).

No que concerne às competências, cabe à ANP, além dos cálculos dos *royalties*, a fiscalização das participações governamentais, ou seja, se estas estão sendo corretamente recolhidas pelos concessionários, não cabendo à Agência a função de fiscalizar a aplicação dessas participações por seus beneficiários. Atualmente, a fiscalização, quanto à aplicação dos recursos, cabe aos Tribunais de Contas dos estados produtores (ANP, 2007; BARBOSA, 2001).

## 2. CONSTRUÇÃO

O indicador utilizou a base de dados na ANP, a qual dispõe os valores dos *royalties* mensalmente. Os *royalties* distribuídos aos beneficiários, são públicos e estão disponíveis no sítio [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br), possuindo valores por estado e por município da federação, desde o ano de 1999.

### 2.1 Classificação de Atividades

Os valores são calculados com base no volume produzido e no preço de referência de petróleo e de gás natural por meio da fórmula:

$$\text{Royalty} = \text{Alíquota} \times (\text{VPP} \times \text{PRP} + \text{VGNP} \times \text{PRGN})$$

Onde:

*VPP*: Volume de Petróleo Produzido;

*PRP*: Preço de Referência do Petróleo;

*VGNP*: Volume de Gás Natural Produzido; e

*PRGN*: Preço de Referência do Gás Natural.

Após a coleta e a indexação dos dados, foram gerados gráficos e tabelas, além de um mapa em cores graduadas por município de interesse, o qual ilustra a evolução temporal dos repasses.

#### **Âmbito:**

No que concerne à área de abrangência do índice, além do Estado do Amazonas, foram aferidos dados para os municípios onde estão localizadas as comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Iranduba, Manacapuru, Anamá, Anori, Codajás e Coari, situados na calha do Rio Solimões, áreas de exploração, produção, embarque e desembarque de petróleo e gás natural.

### 3. MÉTODOS PARA CÁLCULO DO INDICADOR

A partir de uma série de valores monetários nominais ( $X_t$ ) e de uma série inflatora selecionada ( $I_t$ ), foi construída uma nova série de dados, resultado do inflacionamento de ( $X_t$ ) por ( $I_t$ ). Acrescenta-se a esses valores uma data-base previamente escolhida e, utilizando as variações de ( $I_t$ ) com relação a essa data-base, foram transformados os valores a preços correntes de ( $X_t$ ) em valores a preços constantes.

Série de interesse (valores nominais):  $X_t; t = 1, 2, \dots, n$

$$X_t^b = X_t \times \frac{I_b}{I_t} ; \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Onde:

$X_t^b$  = série inflacionada a preços constantes da data base ( $D_B$ );

$D_B$  = data base arbitrariamente escolhida para o inflacionamento;

$I_t$  = índice de preços escolhido como inflator da série de interesse;

$I_b$  = índice de preços (inflator) na data base escolhida ( $D_B$ ); e

$N$  = número de observações da série de interesse ( $X_t$ ).

Os valores dos *royalties* obtidos foram atualizados monetariamente e indexados por meio do banco de dados de indicadores econômicos do Instituto Brasileiro de Economia (IBRE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV) – o FGVDADOS, disponível no sítio [www.fgvdados.com.br](http://www.fgvdados.com.br).

O indicador utilizou, como série de interesse, os valores dos *royalties* no período acumulado anualmente de 1999 a 2006, e como série inflatora, o Índice Geral de Preços de Mercado – o IGP-M, calculado mensalmente pela FGV. Esse índice é composto por três subíndices: o IPA (Índice de Preços por Atacado), o IPC (Índice de Preços ao Consumidor) e o INCC (Índice Nacional de Custos da Construção), com ponderações de 60%, 30% e 10%, respectivamente. Utilizou-se, tanto no valor dos *royalties* quanto no do índice, o último dia útil do mês de dezembro, tendo como ano base 2006.

### 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

O cálculo dos *royalties* é realizado por bacia de petróleo e gás natural, possuindo alíquota básica de 10% da produção<sup>1</sup>. Todavia, esse valor poderá ser reduzido, em casos excepcionais, até, no mínimo, 5% levando em consideração os riscos geológicos presentes e as expectativas de produção, além de fatores como produção em áreas remotas, produção de gás natural não-associado ou de petróleo pesado, dificuldades operacionais, inexistência de infra-estrutura para escoar a produção, distância até o mercado, entre outros (ANP, 2001).

No Estado do Amazonas, no ano de 1999, as atividades de Petróleo e Gás Natural compreenderam os municípios de Manaus, Coari e Codajás. Entre 2000 e 2002, os municípios do Careiro da Várzea e Iranduba, além de Manaus e Coari. A partir de 2003, esse número passou para 18 municípios, o que demonstra a ampliação do raio de atuação da indústria, visto que os municípios de fora da bacia do Solimões, como Parintins, Silves, Itapiranga e Urucurituba, passaram a receber recursos oriundos dos *royalties*.

Nas Figuras 1 e 2, abaixo, todos os valores municipais mensais foram somados de forma a melhor caracterizar as diferenças do repasse estadual, dos municípios, e do município de Coari, especificamente. Este último foi o detentor do maior volume de recursos do Estado no ano de 2006. O valor atingiu 71,61% em relação ao total repassado aos municípios. Isso é explicado pelo fato do município de Coari ter três campos na Bacia do Solimões, o do leste do Urucu, o do rio Urucu e o do sudoeste do Urucu.

Até dezembro de 2005, o volume de recursos apresentou um movimento ascendente em valores reais. A redução, a partir de dezembro do mesmo ano, foi mais acentuada no Estado que nos municípios, provavelmente devido a maior parcela de valores serem destinados ao Estado produtor (Figura 1).

Os dados coletados, no período de 1999 a 2006, apresentaram uma taxa de crescimento geométrico dos valores reais de 16,10% no Estado do Amazonas. Isso ocorreu ao mesmo tempo em que todos os municípios apresentaram taxa de crescimento geométrico de 18,97%. Já o município de Coari apresentou uma taxa de crescimento geométrico de 16,69% em relação a 1999 (Figura 1).

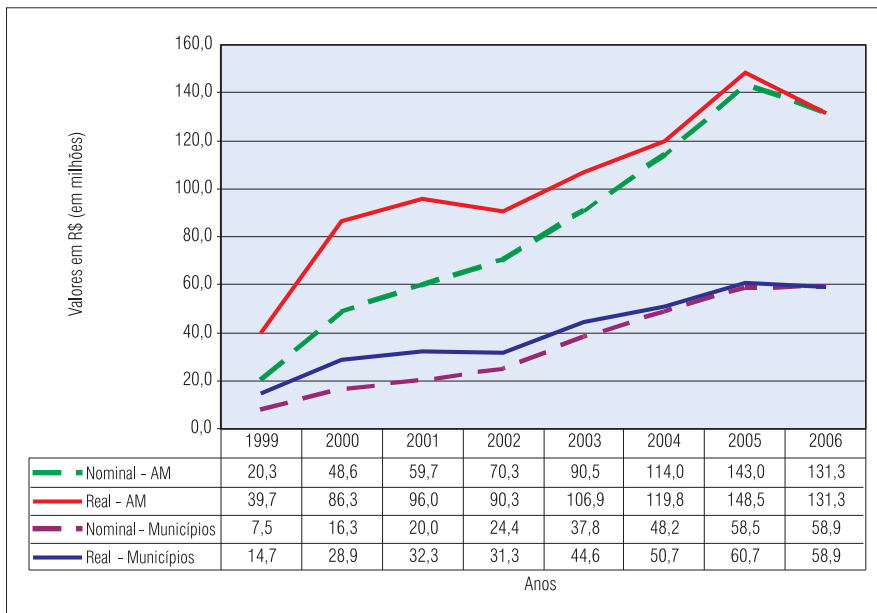


FIGURA 1. EVOLUÇÃO DOS REPASSES DOS ROYALTIES, EM VALOR NOMINAL E REAL, AO ESTADO E MUNICÍPIOS DO AMAZONAS, PERÍODO DE 1999 A 2006.

É importante ressaltar que somente em 2003, os municípios de Manacapuru, Anamá e Anori começaram a receber repasses por operações de embarque e desembarque de



petróleo e gás natural. Já o município de Codajás obteve repasse no ano de 1999, em valores reais de R\$ 6,46 milhões, obtendo novos repasses somente do ano de 2003 em diante. Ressalta-se que no ano de 2006, por ser ano-base de cálculo, apresentou os mesmos valores nominais e reais, servindo de referência para os demais anos anteriores (Figura 2).

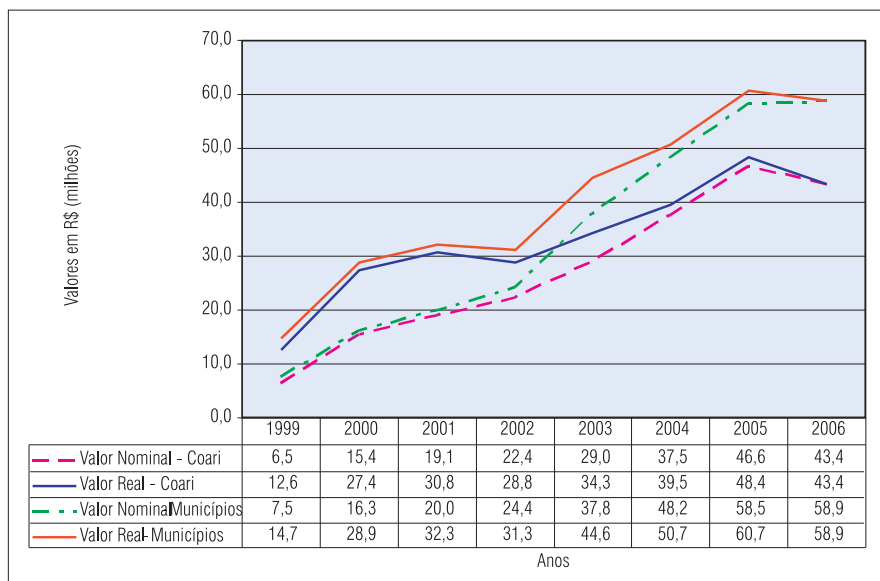


FIGURA 2. EVOLUÇÃO DOS REPASSES DOS ROYALTIES, EM VALOR NOMINAL E REAL, AO MUNICÍPIO DE COARI E OS DEMAIS MUNICÍPIOS DO AMAZONAS, DO ANO DE 1999 A 2006.

Em maio de 2001, por exemplo, o valor correspondente à parcela de 5%, prevista no cálculo da Bacia do Solimões, foi de R\$ 2,6 milhões, em valores nominais, ao Estado do Amazonas, correspondendo a 70% da parcela de 5% delimitada no período. No caso do município de Coari, o valor correspondeu a R\$ 722 mil em valores nominais, aproximadamente, ou seja, 20% da parcela de 5% prevista em lei. Dessa mesma forma, os recursos são calculados, variando conforme a produção e o preço do petróleo e do gás natural pela ANP, com fiscalização na aplicação de recursos do Tribunal de Contas Estadual.

Para espacialização dos valores de *Royalties* correspondentes aos anos de 1999 a 2006, utilizou-se o tipo de legenda correspondente à cor graduada, disponível no software *ArcView*. Esse tipo de legenda exhibe as feições utilizando uma gama de cores usadas, principalmente, para exibir dados numéricos, que têm uma progressão ou gama de valores, como é o caso dos valores dos *Royalties* distribuídos, ao longo de oito anos, nos municípios de Iranduba, Manacapuru, Anamá, Anori, Codajás e Coari (Figura 3A e B).

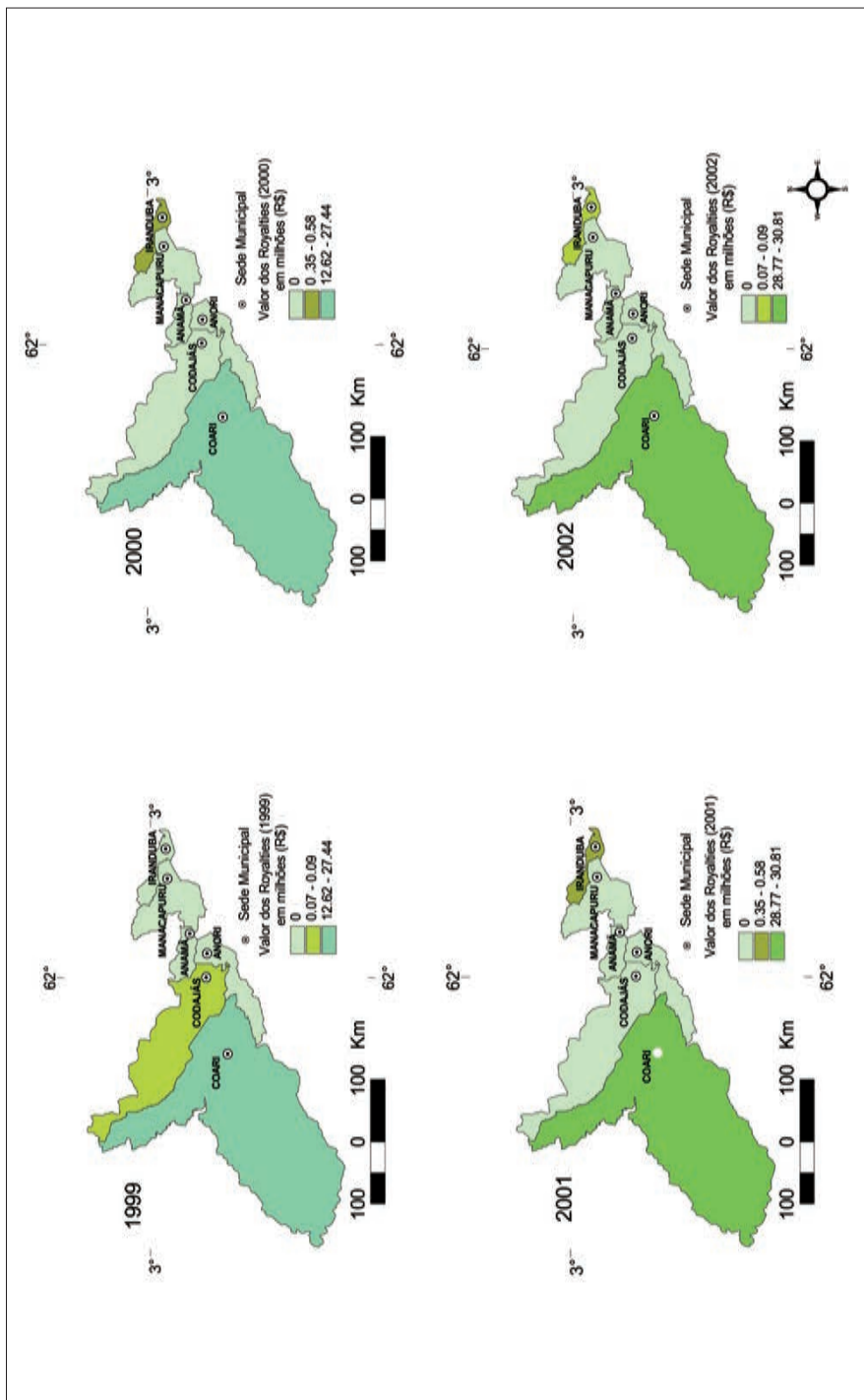


FIGURA 3A. MAPA, EM CORES GRADUADAS, DOS MUNICÍPIOS QUE RECEBEM RENDIMENTOS ORIUNDOS DOS ROYALTIES DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL, NO PERÍODO DE 1999 A 2002.

Fonte: ANP (2007). Elaboração: Geoprocessamento/Platam.

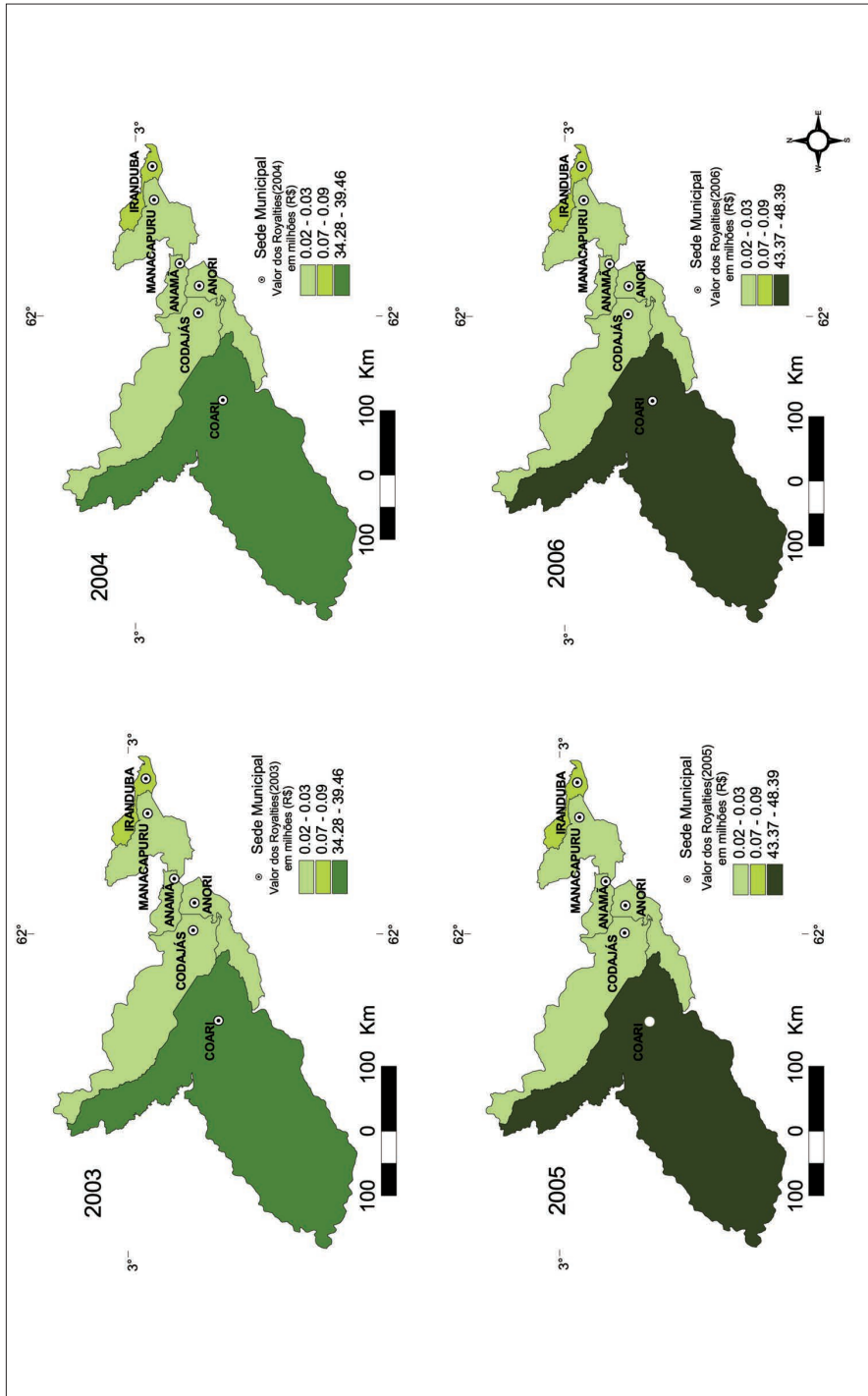


FIGURA 3B. MAPA, EM CORES GRADUADAS, DOS MUNICÍPIOS QUE RECEBEM RENDIMENTOS ORIUNDOS DOS ROYALTIES DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL, NO PERÍODO DE 2003 A 2006.

Fonte: ANP (2007). Elaboração: Geoprocessamento/Piatam.

Segundo o último Censo Demográfico, em 2000 a população de Coari era de 67.096 habitantes, possuindo os municípios do norte do Brasil, até 100.000 habitantes em média, 4,7 pessoas por domicílio. Considerando o crescimento populacional, segundo dados do próprio instituto, estima-se que em 2006 a população total seja de 87.468 habitantes e de 18.610 domicílios no município. Verifica-se então que com o volume de recursos repassados em *royalties* em 2006, R\$ 43.365.069,27, representaria anualmente o valor de R\$ 495,79 por indivíduo do município. Quando observado por domicílio, este valor seria de R\$ 2.330,20.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional do Petróleo. 2007. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2007.

Amazonas. 2007. Governo do Estado do Amazonas. Participação dos Municípios no ICMS de 01 de Janeiro de 2006 a 31 de Dezembro de 2006. Em: <[www.sefaz.am.gov.br](http://www.sefaz.am.gov.br)>. Acesso em: 06 de março de 2007.

BARBOSA, D. (coord.). *Guia dos Royalties do Petróleo e Gás Natural*. Rio de Janeiro, ANP, 2001. 156 p.

Censo Demográfico. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2007.

Fundação Getúlio Vargas – Banco de Dados. 2007. Disponível em: <<http://www.fgvdados.gov.br>> . Acesso em: 19 de fevereiro de 2007.

PETROBRAS. 2007. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2007.

SCHECHTMAN, R. 2001. *A Atuação da ANP no Novo Contexto da Indústria do Petróleo*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 20 set. 2001 (Palestra). In: CASTELLAR, P. Os impactos da quebra do monopólio da PETROBRAS sobre a arrecadação de *royalties*. (Mimeo). Rio de Janeiro: COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

# INDICADORES ENTOMOLÓGICOS E O RISCO DE TRANSMISSÃO DE MALÁRIA NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO PIATAM

Wanderli Pedro Tadei  
Ricardo Augusto dos Passos  
Ilea Brandão Rodrigues  
Joselita M.M. dos Santos  
Miriam Silvia Rafael

## 1. CONTEXTO

Nos dias atuais, a malária ainda continua sendo um dos maiores problemas de saúde pública em diversos países da região tropical. Segundo as estimativas da Organização Mundial de Saúde, a cada ano, cerca de 1,5 a 2,7 milhões de pessoas morrem de malária (WHO, 2005; VRIES, 2000).

No Brasil, a malária ocorre na bacia amazônica, onde vivem cerca de 18 a 19 milhões de pessoas, correspondendo a, aproximadamente, 12% da população brasileira. Dos 632.813 casos de malária registrados em 1999 pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), 99,7% ocorreram na região amazônica (TADEI, 2001). A dispersão da malária no Brasil assumiu maior importância epidemiológica a partir da década de 60, quando foram construídas importantes rodovias, unindo a região Norte a outras regiões do país. O problema se agravou nos anos 70 em decorrência da intensa migração para a Amazônia, de grandes contingentes populacionais

atraídos pelos projetos de colonização, pela construção de rodovias e de hidrelétricas e pela abertura de garimpos. (TADEI *et al.*, 1998; OPAS, 1998).

A atuação do grupo de Malária no Piatam está estruturada para estudar os anofelinos, família de mosquitos transmissores da malária e os mecanismos de transmissão nas comunidades ao longo da área de atuação do Piatam, determinando as estratégias de controle entomológico e epidemiológico, com base em medidas de rotina e em novos processos biotecnológicos, reduzindo os riscos de transmissão dessa doença. A área de Doenças Tropicais também complementa as ações de controle com informações em Educação, Saúde e Assistências que possibilitem a melhoria das condições e qualidade de vida das comunidades. Atualmente, o trabalho está voltado para a concepção de um modelo estocástico, que estabeleça associação entre chuvas e malária, buscando identificar similaridades espaciais e temporais na incidência da doença.

Partindo do pressuposto de que a Vigilância Entomológica atua com o conceito estratificado de risco, a presença, a distribuição e a abundância dos vetores são parâmetros fundamentais para se alcançar esse objetivo. A escolha do indicador que reflita um estado de transmissão deve contemplar a condição de reprodutividade, representatividade, simplicidade operacional e custo-benefício compatível.

Considerando os parâmetros mencionados, o indicador que melhor reflete o potencial de transmissão da malária na área do projeto Piatam é o *Índice de Atração por Homem/Hora* – IAHH, uma vez que este índice indica o nível de contato homem/vetor, permitindo mapear áreas específicas de maior vulnerabilidade à malária. O mesmo se estende aos dados obtidos com as formas imaturas, cujo *Índice de Larvas por Homem/Hora* – ILHH permite localizar os pontos de maior receptividade para a reprodução dos anofelinos.

Objetiva-se contribuir para a redução da incidência da malária na área do projeto e proporcionar melhor qualidade de vida às populações ribeirinhas ao longo do rio Solimões. Melhorar a qualidade de vida nessas comunidades significa fixar o homem na região de origem, em condições dignas de sobrevivência.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas variáveis quanto às espécies capturadas (adulta e larvas) e características físico-químicas da água, dentro dos períodos hidrológicos ou, ainda, segundo a sua natureza.

#### **Unidade cadastral básica:**

As coletas nas formas adulta e imatura. Coletas de adultos - no peridomicílio, envolvendo a área externa da residência. Coletas de larvas - em criadouros naturais, os resultantes de alagamentos e os situados em lagos de água branca e de água preta.

### **Âmbito:**

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## **3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR**

O emprego de um indicador de transmissão a partir do Índice de Atração por Homem/Hora (IAHH), com proteção, tem sido um recurso rotineiramente usado e continua sendo de máxima importância tê-lo como base de informação sobre a distribuição e a densidade dos vetores de doenças tropicais.

Relativamente ao Índice de Atração, para refletir adequadamente a taxa de contato do mosquito com o homem, é necessário executá-lo durante o pico de maior atividade das fêmeas, das diferentes espécies de mosquitos existentes nas áreas. Nesse sentido, a dinâmica de transmissão foi equacionada por meio da análise da fauna anofélica em contato com o homem, considerando coletas realizadas no peridomicílio. Na avaliação da incidência de espécies de *Anopheles*, o período de captura foi fixado entre 18 e 22 horas, nos diferentes pontos de coleta. As capturas dos anofelinos permitiram abordar os seguintes parâmetros de importância para o estudo da dinâmica de transmissão: índice de atração por homem-hora, densidade populacional, sazonalidade e padrão da atividade de picar.

**Índice de Atração por Homem/Hora – IAHH** - é resultante de uma relação entre o número de mosquitos capturados, o número de coletores, o tempo de coleta e o número de localidades estudadas. O índice é calculado com base na seguinte fórmula:

$$IAHH = \sum_{i=1}^L \left( \frac{N}{\frac{C \times h}{L}} \right)$$

### **Onde:**

$N$  = n.º de exemplares de mosquitos capturados;

$C$  = n.º de coletores;

$h$  = n.º de horas de coleta; e

$L$  = n.º de locais de coleta.

**Índice de Larvas por Homem/Hora - ILHH** - na investigação dos criadouros, larvas e pupas foram colecionadas nas condições de criadouros naturais em meio à mata, vegetação associada, criadouros alagados, formados em decorrência do fluxo e refluxo das águas. Esses dados forneceram informações sobre a densidade larvária nos períodos de alterações ambientais, possibilitando delimitar a dinâmica de reprodução, considerando o

pulso das águas - enchente e vazante. O ILHH resulta de uma relação entre o número de larvas capturadas dividido pelo número de coletores, pelo número de horas de coleta e o número de locais de coletas.

$$ILHH = \sum_{i=1}^L \left( \frac{\frac{N}{C \times h}}{L} \right)$$

Onde:

$N$  = n.º de exemplares de larvas coletadas;

$C$  = n.º de coletores;

$h$  = n.º de horas de coleta; e

$L$  = n.º de locais de coleta.

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

As coletas de alados realizadas possibilitaram registrar mosquitos de oito gêneros – *Anopheles* Meigen 1818, *Mansonia* Blanchard 1901, *Culex* Linnaeus 1758, *Coquillettidia* Dyar 1905, *Aedeomyia* Theobald 1901, *Uranotaenia* Lynch Arribalzaga 1891, *Ochlerotatus* Lynch Arribalzaga 1891 e *Psorophora* Robineau-Desvoidy 1827. Verificou-se a predominância do gênero *Mansonia*, representando 91,52% (69.781 exemplares) dos 76.249 mosquitos capturados de fevereiro/março de 2004 a dezembro de 2006. O gênero *Anopheles* totalizou 1.413 espécimes (1,85%).

Na Figura 1, está representado o **IAHH** anual de mosquitos para cada comunidade e verifica-se que as situadas ao longo do rio Solimões são as que apresentam os maiores índices, com exceção de Esperança II. As comunidades de N. S<sup>a</sup>. das Graças e Matrinxã mostraram os maiores valores. Considerando a ocorrência das espécies do gênero *Anopheles* (Figura 2), observa-se que a frequência maior do **IAHH** anual para este gênero está na Comunidade do Buiuçuzinho, localizada, integralmente, em área de água preta – Lago de Coari. Valores altos de **IAHH** também são registrados nas comunidades de Santo Antonio e Esperança II, cuja frente está para o rio Solimões e os fundos apresentam relação com áreas de água preta. As comunidades com essa estrutura na Amazônia mostram, geralmente, valores de **IAHH** maiores para os anofelinos, de acordo com o ciclo hidrológico.

A relevância do **IAHH** anual para *Anopheles darlingi*, na identificação das comunidades e suas relações com a transmissão da malária, fica demonstrada na Figura 3. Nesta, o índice mostra os maiores valores para a comunidade do Buiuçuzinho, o que coincide com o fato de que nessa comunidade ocorre uma das maiores incidências da malária no lago de Coari. Em 2006 a comunidade de Buiuçuzinho foi o local da segunda maior incidência do número de casos de malária – 118 casos confirmados.



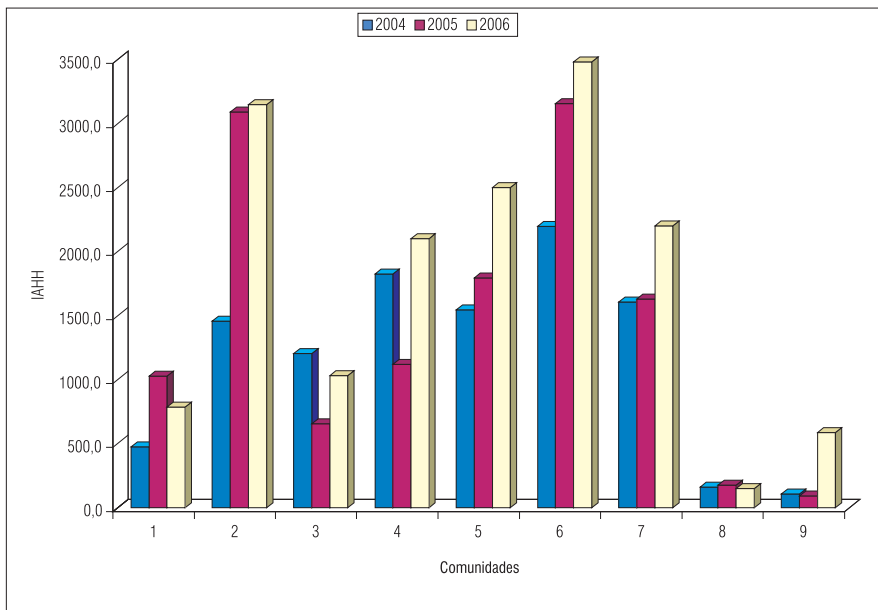


FIGURA 1. ÍNDICE DE ATRAÇÃO HOMEM/HORA (IAHH) ANUAL PARA TODOS OS MOSQUITOS COLETADOS POR COMUNIDADE.

Legenda: 1- Santa Luzia 2- N.Sa. das Graças 3- N.Sa. de Nazaré 4- Bom Jesus 5- Santo Antônio 6- Matrinxá 7- Lauro Sodré 8- Esperança II 9- Sta.Luzia do Buiúczinho.

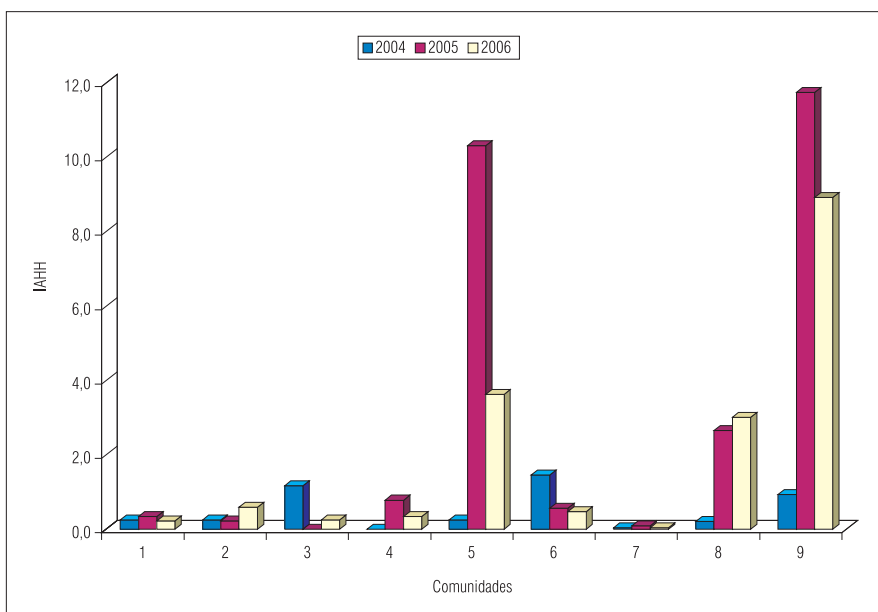


FIGURA 2. ÍNDICE DE ATRAÇÃO HOMEM/HORA (IAHH) ANUAL PARA AS ESPÉCIES DO GÊNERO ANOPHELES COLETADAS POR COMUNIDADE.

Legenda: 1- Santa Luzia 2- N.Sa. das Graças 3- N.Sa. de Nazaré 4- Bom Jesus 5- Santo Antônio 6- Matrinxá 7- Lauro Sodré 8- Esperança II 9- Sta.Luzia do Buiúczinho.

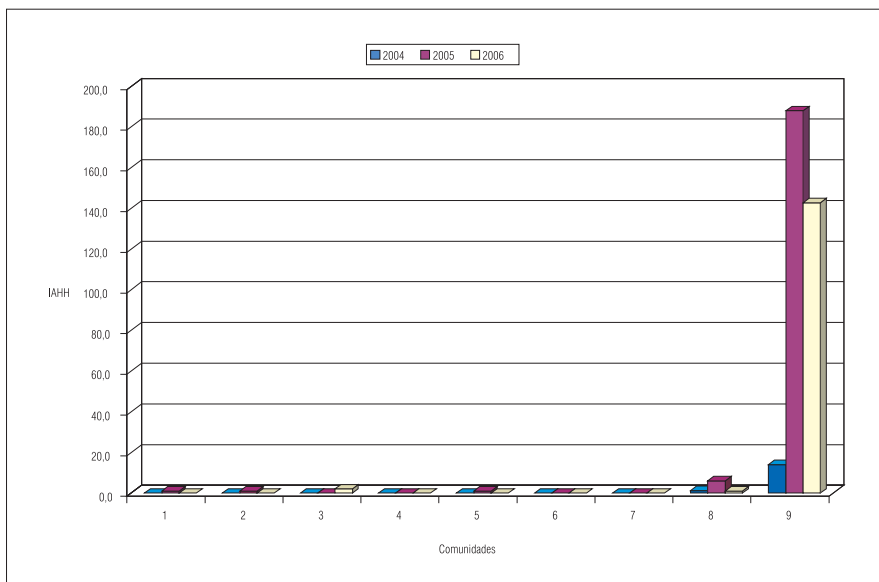


FIGURA 3. ÍNDICE DE ATRAÇÃO HOMEM/HORA (IAHH) ANUAL PARA ANOPHELES DARLINGI COLETADOS POR COMUNIDADE.  
 Legenda: 1- Santa Luzia 2- N.Sa. das Graças 3- N.Sa. de Nazaré 4- Bom Jesus 5- Santo Antônio 6- Matrinxã 7- Lauro Sodré 8- Esperança II 9- Sta.Luzia do Buiuçzinho.

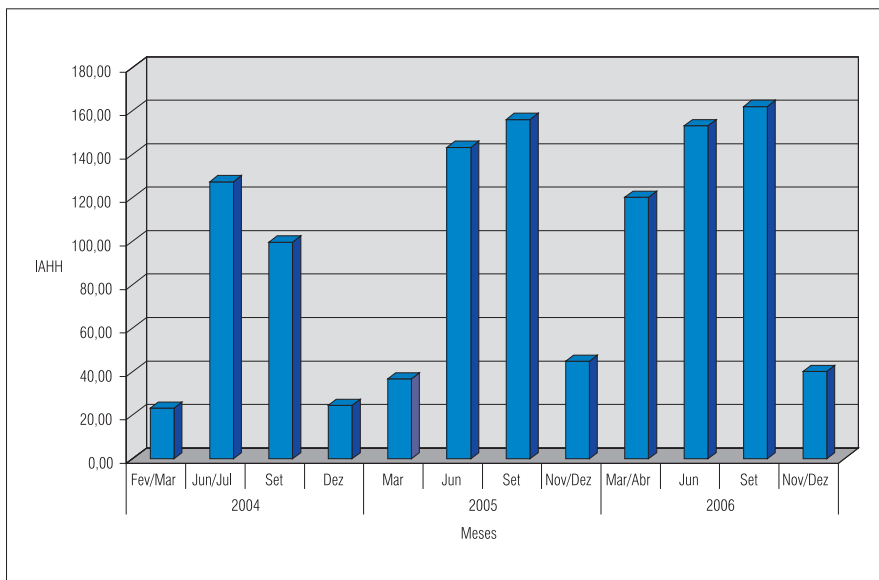


FIGURA 4. ÍNDICE DE ATRAÇÃO HOMEM/HORA (IAHH) PARA O TOTAL DE MOSQUITOS COLETADOS NO PERÍODO DE FEVEREIRO-MARÇO DE 2004 A DEZEMBRO DE 2006.

A evolução do **IAHH** anual dos quatro gêneros mais frequentes de mosquitos e que mostraram sazonalidade, relacionada com os períodos da enchente e da vazante das águas, está representada na Figura 4. O período de maior densidade de mosquito na área foi de

junho a setembro. Esse mesmo padrão de variação sazonal foi verificado para os anofelinos (Figura 5) e para *A. darlingi* (Figura 6). Porém, o valor de **IAHH** é mais elevado nos meses de junho/julho, reduzindo-se, drasticamente, nos meses subsequentes. Para o *Anopheles darlingi*, observa-se que os valores de **IAHH** reduzem-se para zero em vários meses, denotando a total ausência de anofelinos nas comunidades.

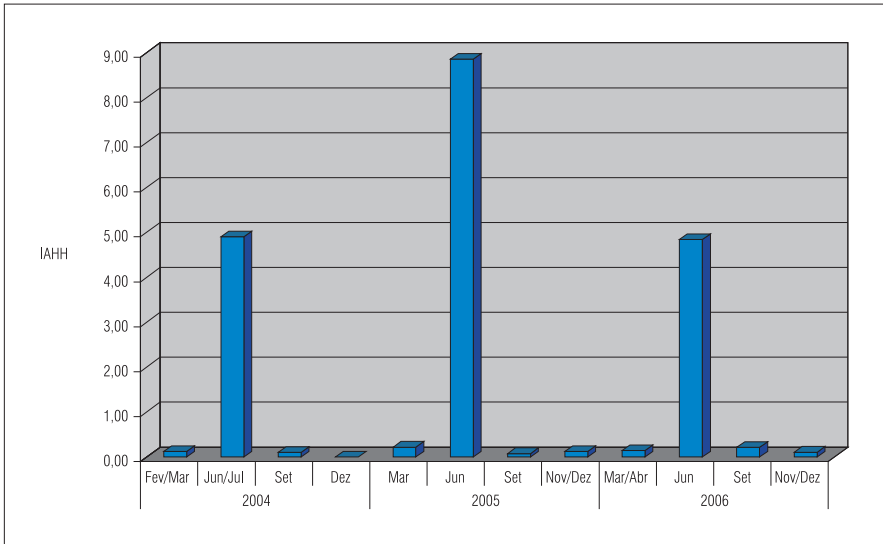


FIGURA 5. ÍNDICE DE ATRAÇÃO HOMEM/HORA (IAHH) PARA AS ESPÉCIES DO GÊNERO ANOPHELES COLETADAS NO PERÍODO DE FEVEREIRO-MARÇO DE 2004 A DEZEMBRO DE 2006.

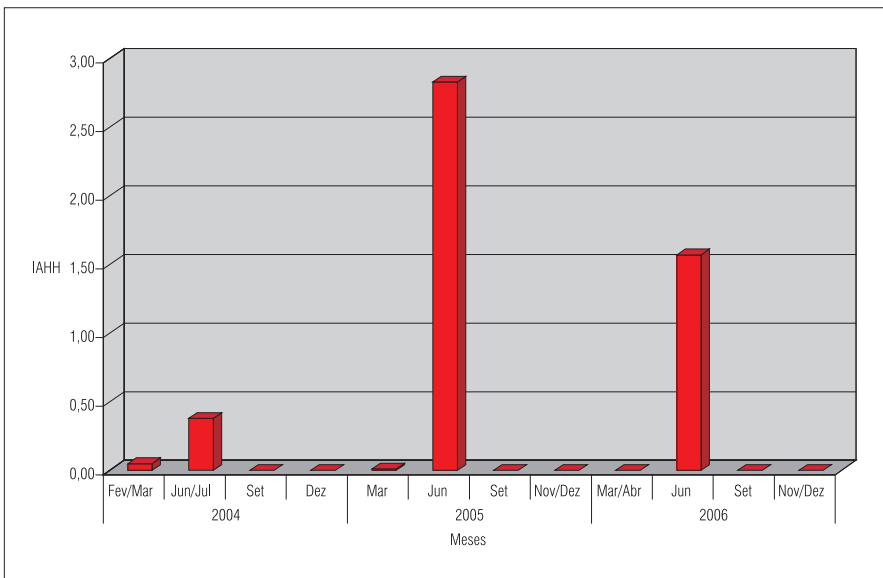


FIGURA 6. ÍNDICE DE ATRAÇÃO HOMEM/HORA (IAHH) PARA ANOPHELES DARLINGI COLETADOS NO PERÍODO DE FEVEREIRO-MARÇO DE 2004 A DEZEMBRO DE 2006.

As atividades de coletas das formas imaturas – larvas permitiram capturar 4.239 espécimes, sendo 2.530 do gênero *Culex*, correspondendo a 59,7% do total. Para o gênero *Anopheles* foram coletados 1.177 exemplares, correspondendo a 27,8% do total. Na figura 7, constam os valores de **ILHH** anual para as nove comunidades analisadas. Observa-se uma diversidade de resultados e o índice reflete que múltiplos fatores interferem na densidade das formas imaturas de anofelinos. Os menores valores de **ILHH** foram registrados em 2004 e os maiores em 2005. Os resultados mostram divergência nos valores de **ILHH** quando são consideradas apenas as larvas de espécies de *Anopheles* (Figura 8). Nesse caso, os maiores valores de **ILHH** estão no ano de 2006, em comunidades mais próximas de Manaus e, em 2005, em comunidades mais distantes.

Considerando o índice **ILHH** para o total de larvas de mosquitos coletados, observa-se um padrão de comportamento das larvas cujos valores de **ILHH** reduzem-se seqüencialmente dos meses de setembro para dezembro, coincidindo com o período da vazante e início da enchente (Figura 9). Para as espécies de *Anopheles*, os valores de **ILHH** mostram que, no mês de setembro, há ocorrência de larvas em densidade elevada, exceto para o ano de 2004, quando esse período foi em junho/julho (Figura 10).

Considerando os valores de **ILHH** descritos, observa-se que o ciclo de reprodução dos anofelinos, especialmente de *A. darlingi* – principal vetor da malária na Amazônia, mostra relação direta com o pulso das enchentes. Conhecer esse parâmetro, nas diferentes regiões da Amazônia, é de fundamental importância na implementação das ações de controle da malária.

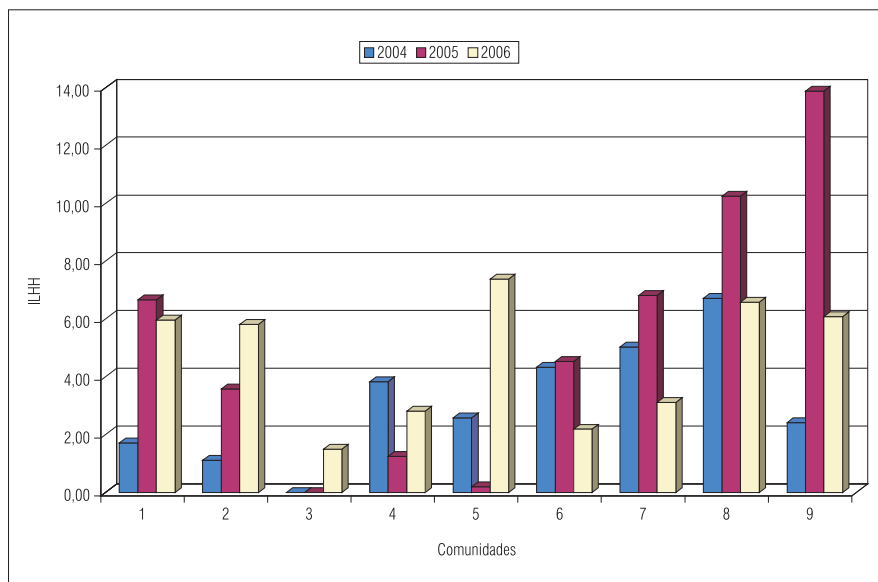


FIGURA 7. ÍNDICE DE LARVA HOMEM/HORA (ILHH) ANUAL PARA TODAS AS LARVAS COLETADAS NAS COMUNIDADES, NO PERÍODO DE FEVEREIRO -MARÇO DE 2004 A DEZEMBRO DE 2006.

Legenda: 1- Santa Luzia 2- N.Sa. das Graças 3- N.Sa. de Nazaré 4- Bom Jesus 5- Santo Antônio 6- Matrixá 7- Lauro Sodré 8- Esperança II 9- Sta.Luzia do Buiuquzinho.

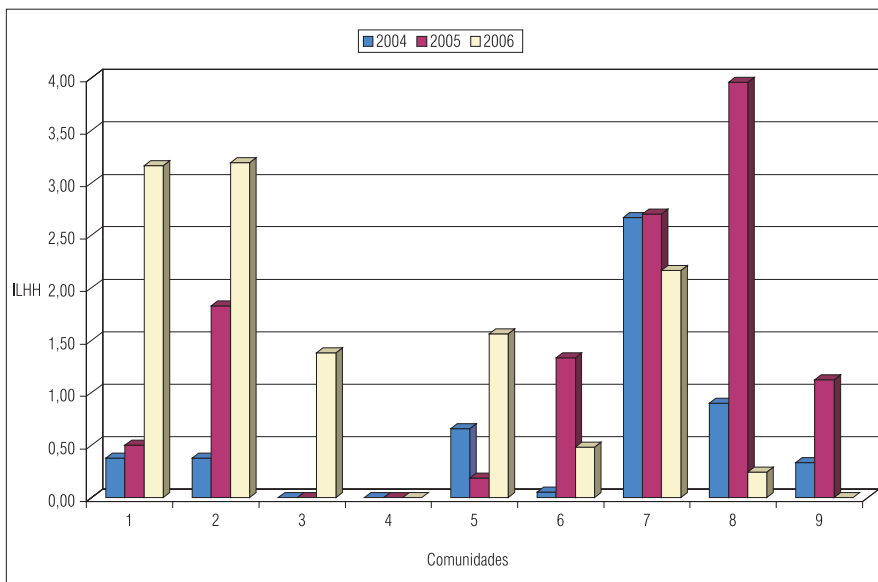


FIGURA 8. ÍNDICE DE LARVA HOMEM/HORA (ILHH) ANUAL PARA AS ESPÉCIES DO GÊNERO ANOPHELES COLETADAS NO PERÍODO DE FEVEREIRO - MARÇO DE 2004 A DEZEMBRO DE 2006.

Legenda: 1- Santa Luzia 2- N.Sa. das Graças 3- N.Sa. de Nazaré 4- Bom Jesus 5- Santo Antônio 6- Matrinxá 7- Lauro Sodré 8- Esperança II 9- Sta.Luzia do Buiúçuzinho.

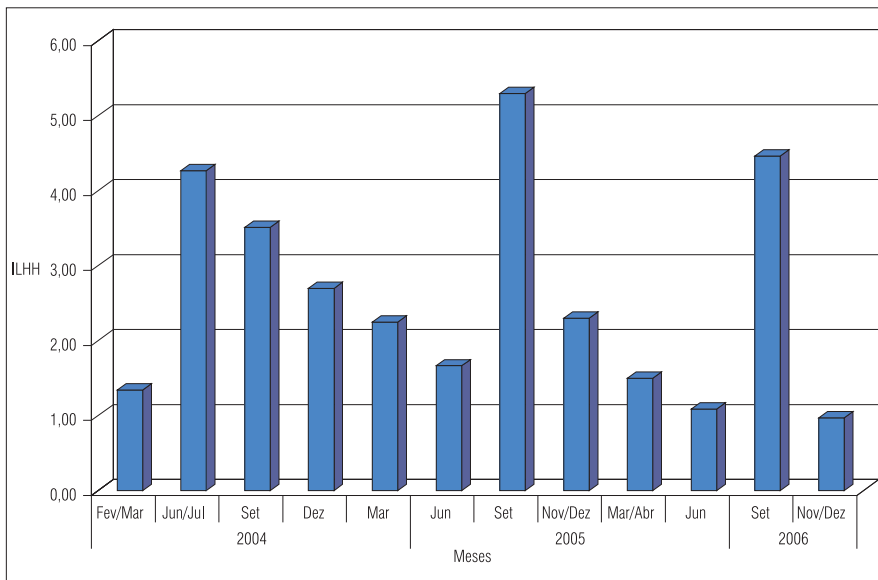


FIGURA 9. ÍNDICE DE LARVA HOMEM/HORA (ILHH) PARA O TOTAL DE LARVAS DE MOSQUITOS COLETADAS NO PERÍODO DE FEVEREIRO - MARÇO DE 2004 A DEZEMBRO DE 2006.

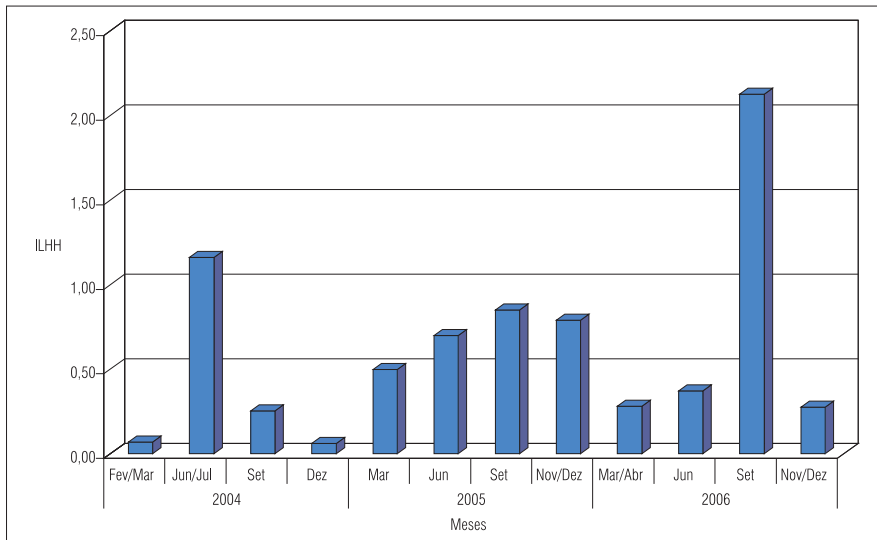


FIGURA 10. ÍNDICE DE LARVA HOMEM/HORA (ILHH) PARA AS ESPÉCIES DO GÊNERO ANOPHELES COLETADAS NO PERÍODO DE FEVEREIRO-MARÇO DE 2004 A DEZEMBRO DE 2006.

## REFERÊNCIAS

OPAS. Escritório Regional da Organização Mundial da Saúde. *Trajatória de um sanitarista*. Recompilação da produção intelectual de Dr. Agostinho Cruz Marques. 1988.

TADEI, W. P.; THATCHER, B. D.; SANTOS, J. M. M.; Scarpassa, V. M.; RODRIGUES, I.B. & RAFAEL, M.S. Ecologic observations on anopheline vectors of malaria in the Brazilian Amazon. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 59(2): 325-335. 1998.

TADEI, W. P. Controle da malária e dinâmica dos vetores na Amazônia. 7.<sup>a</sup> Reunião Especial da SBPC. Anais/resumos (CD-ROM). Manaus: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência: 1-6. 2001.

VRIES, P. The local eco-epidemiological malaria risk assessment (LEMRA) *Model. Proc. Exper. & Entomol.*, N.E.V. Amsterdam, 11: 115-120. 2000. World Health Organization. *World Malaria Report 2005*. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva, Switzerland. 294pp. 2005.

## COLABORADORES

**Equipe de Laboratório:** Carlos Alberto Praia Lima; Rosely da Silva Cordeiro; Gervilane Ribeiro de Lima.

**Equipe de Campo:** João Bosco M. Ferreira dos Santos; Silvano da Rocha Coelho; Elias Jorge Rebouças Pacheco; Manuel Raimundo Barreto Bastos; Suse Silva Araújo; Maria Zilá de Oliveira Pereira.



**PARTE III**  
**MEIO BIÓTICO**





# INDICADORES BIOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA

Carlos Edwar C. Freitas  
Maria Gercilia M. Soares  
Flávia K. Siqueira-Souza  
Edimar L. Costa

## 1. CONTEXTO

A biodiversidade é definida pela Convenção sobre Diversidade Biológica das Nações Unidas como a variabilidade entre os organismos vivos de todos os ecossistemas terrestres e aquáticos, incluindo os sistemas ecológicos nos quais eles estão inseridos. Isso inclui a diversidade dentro das espécies, entre as espécies e no nível de ecossistema (TURNER *et al.*, 1999). A diversidade ecológica, representada pela riqueza de espécies, por números/índices ou por modelos de espécies-abundância, assim como os fatores e interação de fatores que a determinam, tem sido objeto de muitos estudos, principalmente nesta época em que os impactos antrópicos resultam na extinção de inúmeras espécies antes mesmo que elas sejam descritas pela Ciência.

Todavia, a diversidade apresenta interesse teórico e prático, uma vez que está relacionada com questões de fundamental importância para o entendimento e a conseqüente manutenção dos ecossistemas, tais como: estabilidade, maturidade,

produtividade, tempo evolutivo, intensidade das inter-relações entre os organismos e heterogeneidade espacial (MARGALEF, 1968; HILL, 1973).

O índice de diversidade mais intuitivo é a riqueza de espécies ou a abundância de espécies que ocupam uma determinada área ou ambiente, o que normalmente é a definição de comunidade ecológica. O número de espécies e suas abundâncias relativas são medidas bastante simples e refletem as características do hábitat ou as interações entre as espécies (PINTO-COELHO, 2000). Entretanto, a estrutura das comunidades naturais também deve ser considerada nas estimativas de diversidade. Desse modo, são usados índices de diversidade que incorporam duas quantidades: a riqueza de espécies e a abundância relativa de cada uma delas.

Uma das aplicações de valores índices parte da suposição de que qualquer alteração na diversidade pode representar um sinal de instabilidade ambiental decorrente de causas naturais e/ou artificiais. De modo geral, as espécies reagem de maneira diversa às diferentes alterações ambientais, representadas pelas cargas físicas, químicas e orgânicas que são lançadas no sistema, e podem ser usadas como indicadores de poluição, assumindo a função de bioindicadores. Entretanto, índices que representem a comunidade ecológica como um todo podem ser mais robustos e menos afetados por fatores randômicos. De um modo geral, para serem efetivamente úteis, os índices de diversidade devem ser capazes de detectar diferenças sutis entre os locais amostrados (MAGURRAN, 1988) e, ao mesmo tempo, evitar que a detecção de flutuações randômicas na abundância das espécies seja um indutor de conclusões precipitadas. Como exemplo, os peixes estão entre os elementos mais sensíveis da biota aquática (YODER & SMITH, 1999), uma vez que ocupam diferentes habitats e exploram todos os níveis tróficos de um sistema.

Nessa fase do projeto Piatam e levando em consideração as características do ecossistema amazônico, optou-se pelo uso de alguns números-índice em função de critérios como: (i) facilidade de cálculo, (ii) facilidade de interpretação, (iii) facilidade de apreensão intuitiva de seu significado e (iv) generalização de uso.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar as variáveis espacialmente, como função do lago amostrado, e sazonalmente, em função da fase do ciclo hidrológico amazônico, enchente, cheia, vazante e seca.

#### ***Unidade cadastral básica:***

Lagos de várzea

### **Âmbito:**

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## **3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR**

Com a finalidade de fornecer um número-base para indicar a estabilidade e a qualidade dos sistemas “lagos de várzea” a partir de sua ictiofauna, foram determinados os seguintes indicadores da ictiofauna de lagos de várzea dos trechos médio e inferior do rio Solimões:

**Índice Riqueza de Espécies (IRE)** – É definido como o número total de espécies coletadas em uma unidade definida de amostra (MAGURRAN, 1988). Este é um dos índices mais simples utilizados para a caracterização da estrutura de comunidade e não leva em consideração o número de indivíduos de cada uma das espécies ou suas abundâncias relativas. Em geral, os estimadores de riqueza fornecem a quantidade de espécies que habita uma determinada área sem levar em conta a quantidade de indivíduos por espécie (abundância). Para estimar a riqueza de espécies da área de estudo utilizar-se-á o índice de Jackknife, que estima a riqueza absoluta somando a riqueza observada por meio de um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras e do número de amostras (SANTOS, 2003; MAGURRAN, 1988). Esse índice baseia-se na frequência de espécies únicas, ou seja, espécies que ocorreram em uma única amostragem. O uso desse índice, além de corrigir os vícios nas estimativas, permite a comparação entre locais por meio do erro padrão. É definido por:

$$S^* = s + \left(n - \frac{1}{n}\right)^k$$

Onde:

S\* = Estimativa de Jackknife de riqueza de espécies;

s = Número total de espécies encontradas nos *n* pontos de amostra;

n = Número total de pontos amostrados; e

k = Número de espécies únicas.

**Índice de Diversidade de Berger-Parker (IDBP)** – É uma medida de dominância muito simples, que usa somente a informação parcial de abundância relativa e expressa a importância proporcional das espécies mais abundantes (MAGURRAN, 1988), ou seja, indica a ocorrência de uma ou mais espécies dominantes presentes na amostra. Podem ser simétricas ou assimétricas. Quando uma ou mais espécies apresentam valores ou número de indivíduos destacadamente maiores que o restante das espécies coletadas são chamadas de dominantes, resultando em uma distribuição assimétrica (FERREIRA, 1993). O inverso

do índice de Berger-Parker, representado a seguir, é usado para expressar diversidade ( $1/d$ ). Esse índice independe da riqueza de espécies, mas é influenciado diretamente pelo tamanho da amostra (MAGURRAN, 1988). É definido por:

$$d = N_{max} / N$$

Onde:

$d$  = Índice de dominância de Berger-Parker

$N_{max}$  = número de indivíduos da espécie mais abundante; e

$N$  = número total de indivíduos

### O inverso do índice:

$$1/d = \text{diversidade de Berger-Parker}$$

*Número de espécies dominantes* – uma espécie é considerada dominante quando apresenta frequência superior a  $1/S$ , onde  $S$  é o número total de espécies capturadas.

**Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (IDS)** – Mede o grau de incerteza em prever se uma espécie coletada ao acaso em uma amostra pertencerá a uma espécie pré-escolhida, assumindo que todas as espécies estão presentes nesta amostra (MAGURRAN, 1988; KREBS, 1999). Portanto, quanto menor o valor do índice, menor o grau de incerteza, logo a diversidade da amostra é baixa. Ao contrário, quanto maior o valor do índice, maior a incerteza e a diversidade tende a ser mais alta (URAMOTO *et al.*, 2005). Esse índice pondera as espécies raras atribuindo menor peso a elas e é influenciado diretamente pelo tamanho da amostra. É considerado um dos índices mais utilizados em estudos de comunidades de peixes. É definido por:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

A proporção da espécie  $i$  relativo ao número total da espécie ( $p_i$ ) é calculada e multiplicada então pelo logaritmo natural desta proporção ( $\ln p_i$ ). O produto resultante é somado por meio da espécie e multiplicado por -1:

Onde:

$p_i$  = é a proporção da amostra contendo indivíduos da  $i$ -ésima espécie na comunidade, determinada por

$$p_i = n_i / N, \text{ sendo}$$

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  presentes na amostra;

$N$  = número total de indivíduos na amostra; e

$S$  = Número de espécies;

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

**IRE - Índice Riqueza de Espécies** - Os valores médios do índice riqueza de espécies (IRE) encontram-se entre um mínimo de 60,91, para o lago Poraquê, e um máximo de 84,80, no lago Ananá (Figura 01). De um modo geral, os desvios são homogêneos, indicando que as flutuações nas estimativas são relativamente constantes para todos os lagos amostrados. A riqueza de espécies é o indicador mais intuitivo, uma vez que representa um valor diretamente observável. Estudos anteriores corroboram as estimativas obtidas. Cox-Fernandes (1988) observou 87 espécies no lago do Rei, Amazônia Brasileira. Anteriormente, Junk *et al.* (1983), em um estudo de 20 meses e empregando uma maior variedade de apetrechos de captura, obteve 132 espécies. Recentemente, Siqueira-Souza & Freitas (2004) obtiveram 77 espécies em quatro lagos de várzea amostrados.

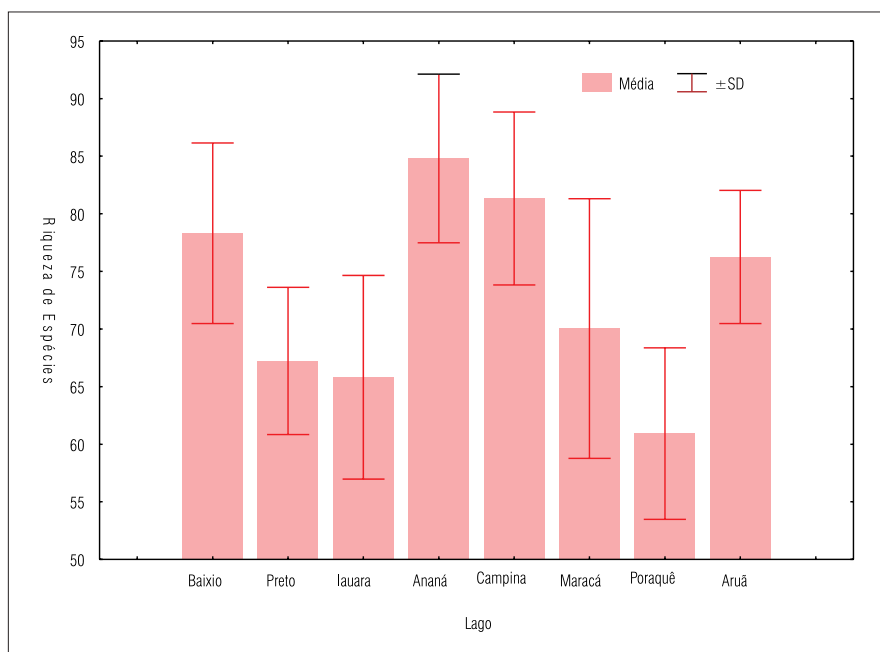


FIGURA 1. MÉDIA E DESVIO-PADRÃO (SD) DAS ESTIMATIVAS DE RIQUEZA DE ESPÉCIES PELO MÉTODO JACKKNIFE.

**IDBP – Índice de Diversidade de Berger-Parker** - Os valores de diversidade estimados pelo inverso da fórmula proposta por Berger & Parker (1970) variaram entre 3,6165 no lago do Baixo, ponto de amostragem mais à jusante e submetido a grande influência do rio Solimões, a 6,2346, no lago Poraquê, situado mais à montante e com menor conexão com o canal principal do rio (Figura 02). Como o índice de Berger-Parker é conceitualmente um indicador de dominância de uma espécie na comunidade, seu inverso indica a ocorrência de comunidades naturais com fraca dominância, ou seja, uma distribuição relativamente equilibrada das abundâncias específicas. As estimativas desse indicador para o lago do Baixo apresentaram, também, ampla variabilidade, possivelmente

como resultado da forte influência de fatores abióticos. Esse índice ainda não foi aplicado em estudos de comunidades de peixes amazônicos.

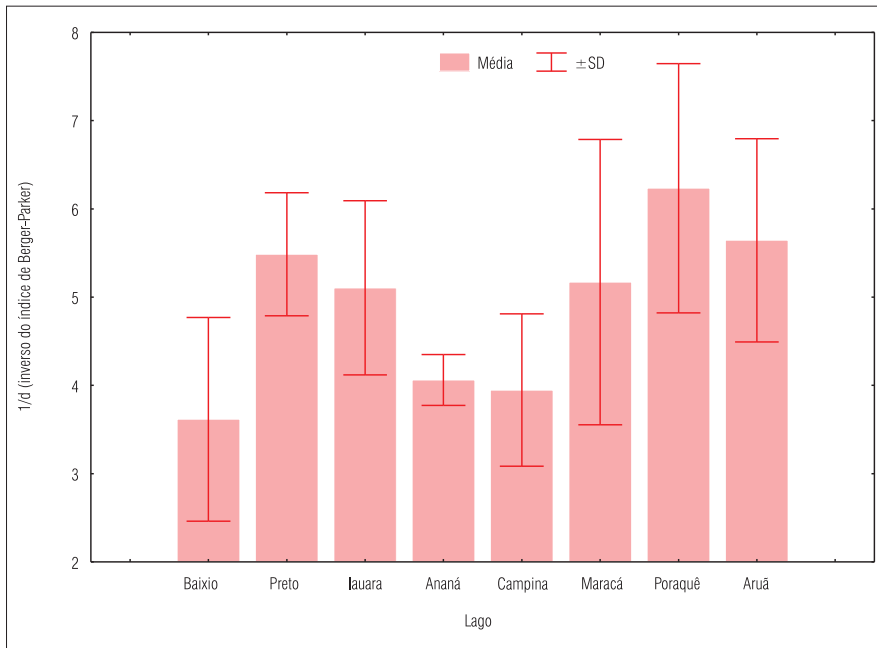


FIGURA 2. ESTIMATIVAS DA MÉDIA E DO DESVIO-PADRÃO (SD) DO INVERSO DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE BERGER-PARKER (D).

**IDS - Índice de Diversidade de Shannon-Wiener** - A variação entre as médias das estimativas do índice de Shannon-Wiener foram baixas, com um valor mínimo de 2,9842, para o lago Ananá e um máximo de 3,4053, para o lago Preto (Figura 03). Os desvios permaneceram relativamente homogêneos, com exceção do lago Iauara que apresentou grande variabilidade. O índice de Shannon-Wiener foi usado por diversos autores para estimar a diversidade de comunidades de peixes amazônicos, com valores variando de 0,97 a 5,35 (BARTHEM, 1981; MERONA, 1986/1987 e GOULDING *et al.*, 1988). Em lagos de várzea da Amazônia Central, Barthem (1981) estimou valores entre 2,2 e 3,2; Pereira (2000) obteve valores entre 3,9 e 4,1 para o lago Camaleão, Amazônia Brasileira e, Siqueira-Souza & Freitas (2004) estimaram valores entre 3,686 e 4,822. A faixa de valores médios estimados nos lagos amostrados pelo projeto Piatam é corroborada por resultados anteriores.

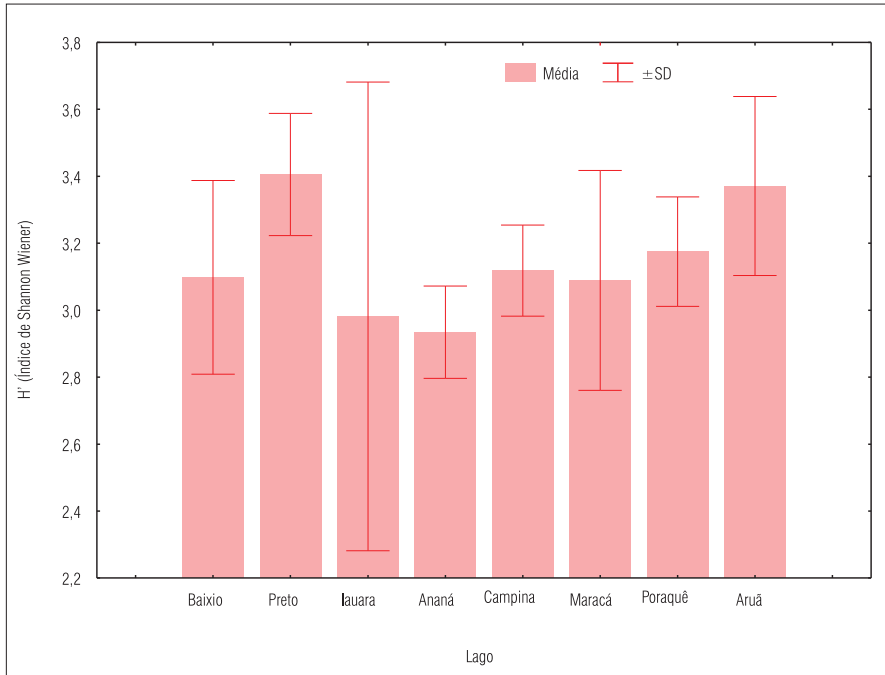


FIGURA 3. ESTIMATIVAS DA MÉDIA E DO DESVIO-PADRÃO (SD) DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON (H').

## REFERÊNCIAS

- BARTHEM, R.B. *Considerações sobre a pesca experimental com rede de espera em lagos da Amazônia Central*. 1981. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, Amazonas. Disponível em <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: out. 2004.
- BERGER, W.J. & PARKER, F.L. Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments. *Science*, v. 168, p. 1345-7. 1970.
- COX-FERNANDES, C. *Estudos das migrações laterais de peixes no sistema Lago do Rei (Ilha do Careiro) – AM*. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, Amazonas. 1988.
- FERREIRA, E. J. G. Composição, distribuição e aspectos ecológicos da ictiofauna de um trecho do rio Trombetas, na área de influência da futura UHE Cachoeira Porteira, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amazonica* 23 (Supl.1/4): 1-88. 1993.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M.L. & FERREIRA, E.J.G. *Rio Negro: rich life in poor water, Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities*. SPB Academic Publishing, The Hague. 1988.
- HILL, M.O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, v.54, n.2, p.427-32. 1973.

- JUNK, W.J.; SOARES, M.G.M. & CARVALHO, F.M. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme conditions. *Amazoniana*, VII:397-431. 1983.
- KREBBS, C.J. *Ecological Methodology*. Menlo Park, Addison Wesley Longman, 620p. 1999
- MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princenton University Press. 1988.
- MARGALEF, R. *Perspectives in Ecological Theory*. The University of Chicago Press, Chicago, 111pp. 1968.
- MERONA, B. Aspectos ecológicos da ictiofauna no Baixo Tocantins. *Acta Amazônica*, 16/17: 109-124. 1986/87.
- PEREIRA, A.C.S. *Caracterização físico-química e sua relação com a distribuição de peixes onívoros e herbívoros do lago Camaleão*. Monografia de graduação. 2000, UFAM, Amazonas, 32 p.
- PINTO-COELHO, R.M. *Fundamentos em Ecologia*. Editora Médica, Porto Alegre, 252p. 2000.
- SANTOS, A.J. *Estimativas de riqueza em espécies*. In *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Valladares-Pádua, orgs.) UFPR, Curitiba, p.19-41. 2003.
- SIQUEIRA-SOUZA, F.K. & FREITAS, C.E.C. Fish diversity of floodplain lakes on the lower stretch of the Solimões River. *Brazilian Journal of Biology*, 64:501-510. 2004.
- TURNER, R.K.; BUTTON, K. & NIJKAMP, P. *Ecosystems and Nature: Economics, Science and Policy*. Library of Congress, 520p. 1999.
- URAMOTO, K; WALDER, J.M.M; ZUCCHI, R.A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP *Ecology, Behavior and Bionomics. Neotropical Entomology* 34(1):033-039. 2005.
- YODER, C.O. & SMITH, M.A. *Using fish assemblages in a state biological assessment and Criteria program: essential concepts and considerations*, pp. 17-56. in T.P. Simon (ed.), *Assessing the Sustainability and Biological Integrity of Water Resources Using Fish Communities*. CRC Press. Boca Raton. FL. 1999.

## COLABORADORES

Fabiane A. e Souza, Alan R. Santos Guimarães, Raniere G. C., Doney V. Souza



# INDICADORES DE PRESENÇA DE LARVAS DE PEIXES NO RIO SOLIMÕES ENTRE COARI E MANAUS

Rosseval Galdino Leite  
José Vagner Valente da Silva

## 1. CONTEXTO

Os estudos de distribuição e abundância do *ictioplancton* fornecem informações sobre a área e a época de desova, dos locais de crescimento das formas jovens e indicam a presença de cardumes na região. Além disso, esses estudos podem fornecer estimativas da biomassa da população adulta reprodutiva de uma espécie e, também, da abundância de larvas para estimativas do sucesso reprodutivo anual de uma espécie (AHLSTROM & MOSER, 1976), permitem prever o recrutamento e avaliar a importância das espécies no ecossistema como presa ou predador (NAKATANI, 1994).

Pouco se conhece sobre o *ictioplancton* de água doce na Amazônia, considerando-se o grande número de espécies de peixes existentes na região (JUNK, 1984). Embora os estudos de deriva de larvas e ovos de peixes tenham começado no início do século passado por meio do trabalho de Hjorth (1914), os estudos de larvas de peixes em rios da Amazônia com planície de inundação começaram somente há duas décadas e meia.

O trabalho pioneiro com distribuição das larvas dos peixes da bacia amazônica foi desenvolvido por Araújo-Lima (1984) nas imediações de Manaus-AM. Em seguida, Araújo Lima & Donald (1988) conseguiram separar algumas espécies por meio da técnica de identificação utilizada por Ahlstrom (1976), que partia da contagem de vértebras de peixes adultos. Ainda assim persistiam os problemas de identificação devido a sobreposição nas medidas morfométricas e merísticas entre espécies diferentes.

Um outro avanço nos estudos das larvas de peixes amazônicos foi a fecundação artificial de sete espécies da família Curimatidae por Nascimento & Araújo-Lima (1993). Finalmente, Araújo-Lima (1994) escreveu sobre o desenvolvimento larval de outras 14 espécies de peixes da Amazônia Central. Além dos estudos voltados para a descrição das larvas, foram realizados outros trabalhos muito importantes que trataram da sua deriva no rio, da sua alimentação, da sua distribuição em lagos, das suas principais fontes autotróficas de energia e também da seletividade alimentar (PETRY, 1989; ARAÚJO-LIMA *et al.* 1993; ARAÚJO-LIMA & OLIVEIRA, 1998; LEITE & ARAÚJO-LIMA, 2000; 2002; SILVA, 2004; LEITE *et al.* 2006). As informações obtidas ao longo de mais de duas décadas sobre larvas de peixes servem de suporte, juntamente com os dados obtidos atualmente de forma mais abrangente pelo Piatam, para compor um mapa de sensibilidade ambiental em caso de acidentes.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas variáveis abrangendo os aspectos: locais de coleta, a época, o hábitat, a posição das larvas na coluna d'água, o número de indivíduos de cada espécie ou família por unidade amostral dentro dos períodos hidrológicos.

#### ***Unidade cadastral básica:***

A margem e o centro do rio Solimões, as confluências do rio com lagos e/ou igarapés e lagos.

#### ***Âmbito:***

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

### 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

A estimativa da densidade das larvas de peixes foi baseada no volume de água filtrado. Três medidas são fundamentais para a obtenção desse volume: a distância percorrida, a velocidade da água e as medidas da rede, de acordo com as seguintes fórmulas:

#### 3.1 Com o uso de um Fluxímetro

$$D (m) = (Nf - Ni) \times \text{Constante do rotor do fluxímetro})/999999;$$

Onde:

$D$  = distância percorrida (m);

$Nf$  = número final do visor do fluxímetro; e

$Ni$  = número inicial do visor do fluxímetro.

$$\text{VELOCIDADE (cm/seg.)} = (D(m) \times 100)/\text{tempo de arraste (seg.)};$$

$$V (m^3) = (\pi r^2 \times D)$$

Onde:

$V$  = volume de água filtrado ( $m^3$ );

$\pi = 3,1416$ ;

$r$  = raio do aro da rede; e

$D$  = distância percorrida.

Os cálculos de densidade das larvas foram efetuados considerando-se a quantidade de larvas/ $10m^3$ , de acordo com a fórmula seguinte:

$$D = (x/v).10$$

Onde:

$D$  = Densidade de larvas;

$x$  = número de larvas coletadas; e

$v$  = volume de água filtrado ( $m^3$ ).

A estratégia amostral utilizada neste estudo considerou diferentes feições do rio no trecho estudado e nestas foram efetuadas coletas em diferentes profundidades. As principais feições foram: margem do rio, centro do rio, confluência do rio com lagos e/ou igarapés e lagos.

Os indicadores ambientais, no caso de larvas de peixes, refletem-se na sensibilidade do ambiente relacionada à intensidade da presença de larvas e esses indicadores podem ser observados pelo índice de sensibilidade apresentado no final do presente estudo.

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

As larvas não são distribuídas uniformemente em todas as feições do rio. As margens do rio e as confluências do canal do rio, com paranás de lagos, são mais utilizadas pelas larvas de peixes independente do período do ano em que são capturadas, conforme resumo da análise de variância e figura gerada dessa análise abaixo (Figura 1):

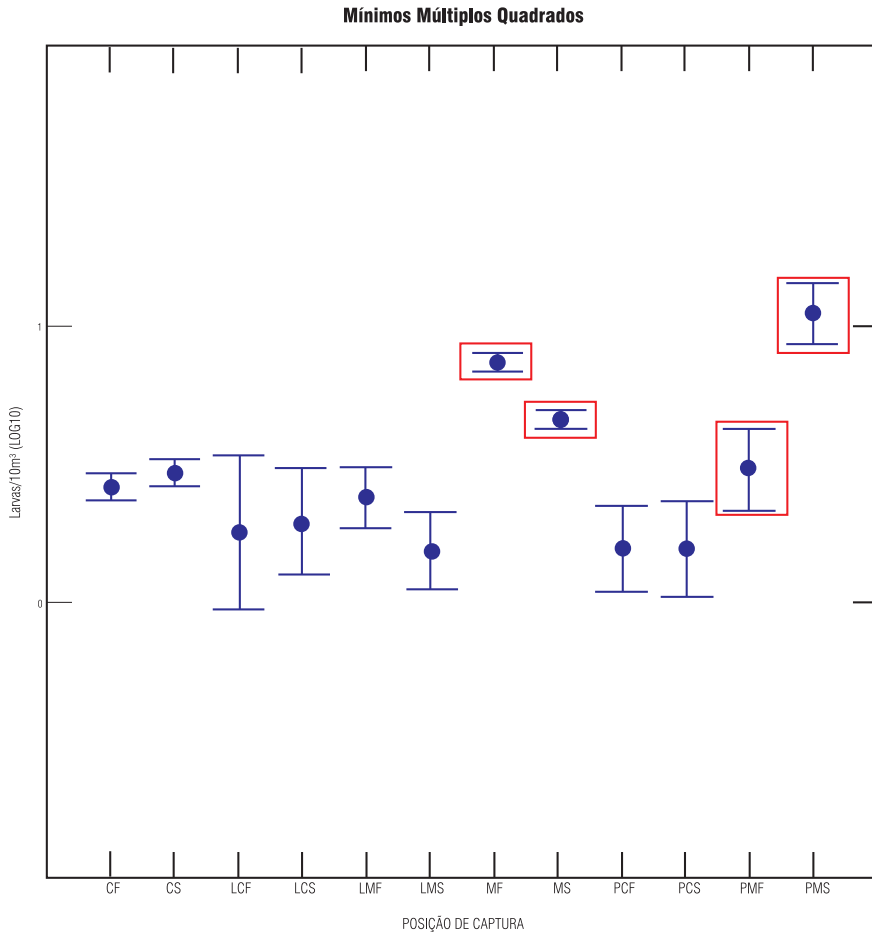


FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA QUANTIDADE DE LARVAS POR POSIÇÃO DE CAPTURA NOS AMBIENTES ESTUDADOS ENTRE COARI E MANAUS.

Legenda: CF = Centro do canal no fundo, CS = Centro do canal na superfície, MS = Margem do rio na superfície, MF = Margem do rio no fundo, P = Paranás de lagos, L = Lagos. Obs.: quadros vermelhos indicam áreas prioritárias de proteção.

Este resultado indica que as margens do rio, incluindo macrófitas recentemente inundadas, são muito importantes no desenvolvimento inicial dos peixes. As larvas mantêm-se próximas às margens do rio e, assim que as planícies são inundadas pelo pulso da enchente, ocupam as áreas de vegetação, onde encontram alimentos e abrigo (LEITE, 2000). Esse detalhe é de grande importância em casos de necessidade de proteção dessas áreas.

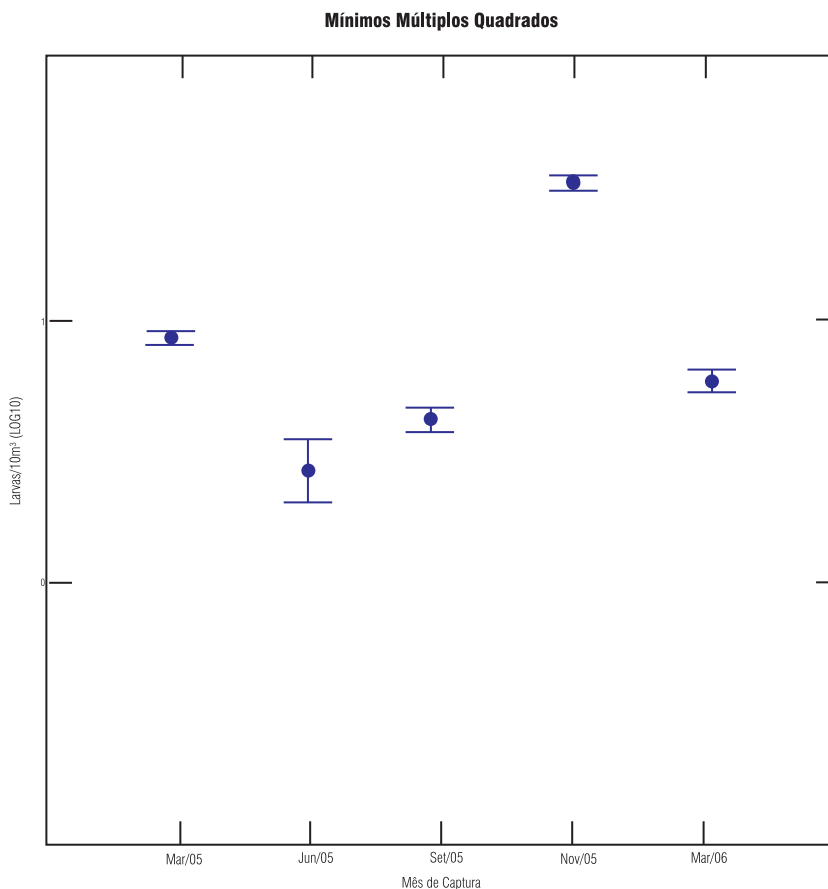


FIGURA 2. ABUNDÂNCIA DE LARVAS DE PEIXES (LARVAS/10M3) NO RIO SOLIMÕES, ENTRE OS MUNICÍPIOS DE COARI E MANAUS. PERÍODO: MARÇO DE 2005 E MARÇO DE 2006.

De acordo com Lima (2002), nas confluências de rios de águas claras e pretas com os rios de água branca ocorre à reprodução dos Caraciformes de grande porte. O mesmo pode estar ocorrendo com as confluências de lagos com o rio Solimões, onde os peixes saem das áreas inundadas e dos lagos na vazante para se reproduzirem no canal do rio nas proximidades dos paranás nos primeiros meses de enchente.

No início da subida das águas do rio Solimões, que ocorre entre fins de novembro até meados de março (enchente), há maior disponibilidade de larvas de peixes no rio do que nos meses de cheia, seca e vazante (Figura 2). Numa série histórica, observa-se que a

presença de larvas no canal do rio oscila tanto quantitativa quanto qualitativamente dentro de um ciclo hidrológico completo (ARAÚJO-LIMA & OLIVEIRA, 1994). Além da maior densidade de larvas no rio a partir do início da enchente, é justamente nesse período que ocorre o maior número de espécies de Characiformes e Siluriformes reproduzindo.

Neste trabalho foram identificadas larvas pertencentes a 91 espécies de peixes. Destas espécies destacaram-se *Semaprochilodus insignis* (jaraquí), *Prochilodus nigricans* (curimatã), *Brycon amazonicus* (matrinxã) na enchente. As espécies que mais se destacaram no período de vazante foram as *Plagioscion squamosissimus* (pescadas) e os clupeídeos (apapás). As larvas de *Colossoma macropomum* (tambaqui) foram quase inexistentes no período estudado. Do ponto de vista conservacionista, a escassez de larvas de tambaqui é preocupante.

É importante atentar para o fato de que nos períodos de vazante e seca, embora não apresentem grande diversidade de larvas de peixes, as espécies encontradas são muito suscetíveis a impactos ambientais pelo fato de grande parte delas estar confinada no canal do rio.

Houve diferença significativa entre as comunidades no que diz respeito à quantidade de larvas de peixes, conforme resumo da Análise de Variância e figura gerada a seguir (Figura 3):

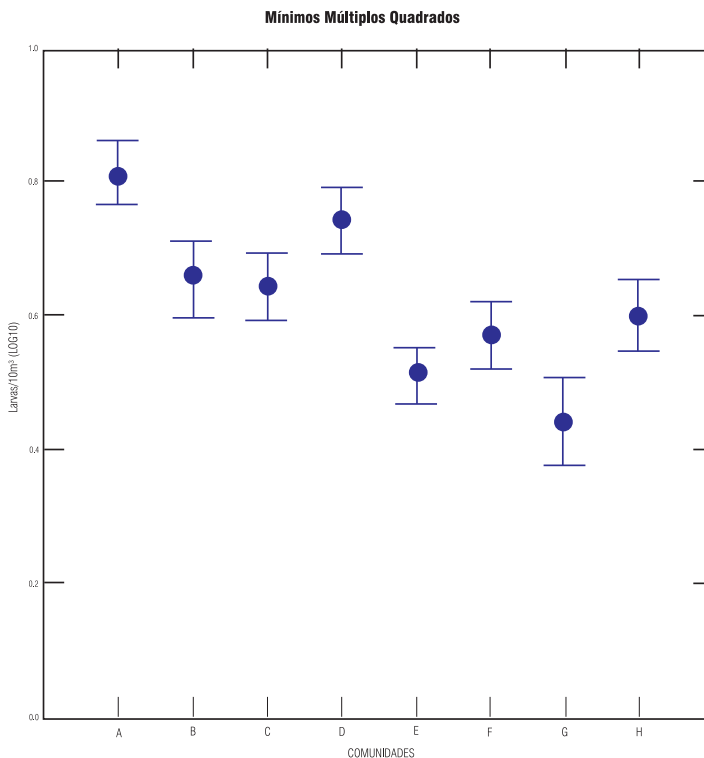


FIGURA 3. ABUNDÂNCIA DAS LARVAS DE PEIXES NO RIO SOLIMÕES POR COMUNIDADES (MUNICÍPIOS) DE MANAUS A COARI.

Legenda: A – Santa Luzia (Iranduba), B – Nossa Senhora das Graças, C – Nossa Senhora de Nazaré e D – Bom Jesus (Manacapuru), E – Santo Antônio (Anori), F – Matrinxã (Codajás), G – Lauro Sodré e H – Esperança (Coari).

A maior concentração de larvas de peixes em uma determinada área do rio no sentido longitudinal pode indicar que as espécies reproduziram-se em áreas próximas, mas, também, pode ser o efeito da velocidade da correnteza do rio. Se a velocidade da corrente for 1m/s em média, como é o caso do rio Solimões, em 3 ou 4 dias, ovos ou larvas produzidos em Coari atingirão o encontro das águas do rio Solimões com o rio Negro. Como no presente estudo houve destaque para a região de Santa Luzia, em relação à concentração de larvas, isto pode apenas ser um efeito da acumulação das larvas provenientes das regiões que se situam à montante, devido às características do ambiente naquela região, que é considerada como uma região de baixio.

Independente da proveniência das larvas acumuladas, deve-se determinar prioridades para as regiões que apresentaram maior quantidade de larvas no período estudado.

Dois aspectos principais devem ser considerados, com maior ênfase, em relação às larvas de peixes:

1. as zonas de margem do rio e de confluências com lagos e igarapés;
2. o período que vai do início da enchente anual até 3 ou 4 meses após.

Como conclusão, apresenta-se abaixo, um esquema de sensibilidade baseado na quantidade de larvas, no qual se considera a curva do rio Solimões em um período hidrológico completo. O vermelho mais acentuado representa o período mais crítico e é indicado pelo número 4. Os demais tons de vermelho e números de 3 a 1 indicam menores graus de sensibilidade em ordem decrescente em casos de acidentes (Figura 4):

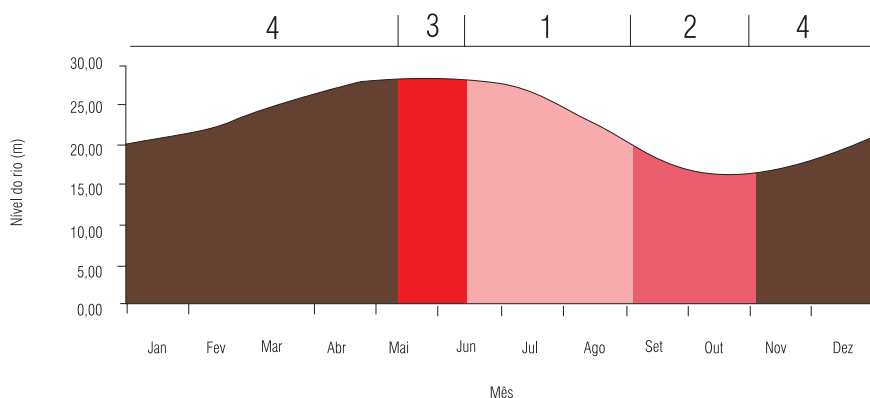


FIGURA 4. ESQUEMA INDICANDO DIFERENTES NÍVEIS DE SENSIBILIDADE PARA LARVAS DE PEIXES - CONSIDERANDO OS DIFERENTES PERÍODOS HIDROLÓGICOS, A DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E A DENSIDADE DE LARVAS ENTRE COARI E MANAUS.

Os números representam níveis de sensibilidade: 4 = muito sensível, 3= sensível, 2 = medianamente sensível, 1 = pouco sensível.

Conjugando-se os níveis de sensibilidade apresentados no gráfico acima com os dados das feições do rio, somados ao fator local de amostragem, essa sensibilidade aumentará ou diminuirá no trecho Coari-Manaus, ao longo do rio Solimões.

## REFERÊNCIAS

- AHLSTROM, E. H.; MOSER, H. G. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. *Revue des Travaux de L'Institut des Peches Maritimes*, Nantes, v. 40, n. ¾, p. 379-398, 1976.
- ARAUJO-LIMA; C. A. R. M. Distribuição espacial e temporal das larvas de Characiformes em um setor do rio Solimões/Amazonas, próximo à Manaus-AM. Tese de Mestrado, INPA, Manaus. 84p. 1984.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Egg size larval development in Central Amazonian fish. *J. Fish Biology* 44: 371-379. 1994.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. & Donald, E. Número de vértebras de Characiformes e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amazonica* 18(1-2): 351-358, 1988.
- ARAUJO-LIMA, C.A.R.M & OLIVEIRA, E.C. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*. 53, 297-306, 1998.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; KIROVSKY, A. L.; MACA, A. G. As larvas dos pacus *Mylossoma* spp. (Teleostei; Characidae), da Amazônia Central. *Ver. Brasil. Biol.* 53: 591-600. 1993.
- HJORT, J. Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe viewed in light of biological research. *Rapp. P. -v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 20, 1-228, 1914.
- JUNK, W. J. Ecology of the várzea, floodplain of Amazonian white-water rivers. In Sioli, H (ed.) *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, Boston, Lancaster. Printer in the Netherlands. 1984.
- LEITE, R.G. Alimentação e fontes Autotróficas de Energia das larvas de peixes no rio Solimões e suas áreas inundáveis. Tese de Doutorado, INPA / UA, Manaus, 118p, 2000.
- LEITE, R.G.; C.A.R.M. Araujo-Lima. A Dieta de larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 30 (1): 129-147. 2000.
- LEITE, R. G.; C.A.R.M. Araujo-Lima. Feeding of the *Brycon cephalus*, *Triportheus elongatus* and *Semaprochilodus insignis* (OSTHEICHTHYES, CHARACIFORMES), larvae in Solimões/Amazonas river and flood plain areas. *Acta Amazonica*, 32(3): 499-515. 2002.
- LEITE, R. G.; J. V. V da; FREITAS, C. E. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 36 (4): 557-562. 2006.
- LIMA, A.C. A desova dos Characiformes do rio Solimões/ Amazonas – Dissertação de Mestrado INPA-UFAM, 38 p. 2002.
- NAKATANI, K. Estudo do Ictioplancton no reservatório de Itaipu (rio Paraná-Brasil): levantamento de áreas de desova. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 254p. 1994.
- NASCIMENTO, F. L.; Araujo-Lima, C. A. R. M. Descrição das larvas de *Psectogaster amazonica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 23 (4): 457-472. 1993.
- PETRY, P. Deriva de ictioplancton no Paraná do Rei, várzea do Careiro Amazônia Central. Brasil. Dissertação de Mestrado INPA/UFAM. Manaus, 68p. 1989.
- SILVA, J. V. V da . A utilização da microfauna associada à vegetação inundada, pelas larvas de peixes na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado INPA/UFAM. 42p. 2004.



# INDICADORES EM ECOTOXICOLOGIA

Vera Maria Fonseca de Almeida e Val  
Maria de Nazaré Paula da Silva  
Suely Silva de Oliveira Cardoso  
Adalberto Luis Val

## 1. CONTEXTO

A busca de sinais naturais que possam identificar ambientes impactados ou diferenciar ambientes quanto à sua sensibilidade a impactos antrópicos é um dos principais impulsos no desenvolvimento de indicadores biológicos ou bioindicadores. No ambiente aquático, em particular na Amazônia, os peixes têm sido utilizados como modelos no estudo de bioindicadores da presença de poluentes que geram toxicidade. Como as espécies de peixes que vivem na Amazônia têm seus ciclos biológicos sincronizados em torno dos pulsos de inundação, que determinam fases marcadamente diversas de seca e de cheia, perturbações causadas por um derramamento acidental de petróleo ou mesmo pelo movimento excessivo de embarcações em seus ambientes devem ser tratadas diferentemente de acordo com o período do ciclo hidrológico. O movimento excessivo de embarcações, em particular a concentração em portos, além de causar distúrbios físicos, leva a uma contaminação crônica por pequenos derramamentos de óleo diesel. Portanto, o

monitoramento ambiental na área da ecotoxicologia de peixes tem como objetivo definir bioindicadores ou biomarcadores sensíveis a concentrações mínimas dos compostos tóxicos presentes no petróleo (HAHs e PHAHs) e de metais tóxicos aos organismos.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação das atividades podem ser agrupadas em coleta de campo e análises laboratoriais. As variáveis genéticas resultantes podem se integrar a dados gerados por outras áreas de estudo, cruzando informações sobre estrutura fragmentada de populações de algumas espécies com a estrutura populacional identificada pela metodologia clássica e estatísticas de pesca e com informações sobre o esforço aplicado por populações locais sobre cada espécie e em cada ponto de coleta (ou lago amostrado).

***Unidade cadastral básica:***

Lagos de várzea.

***Âmbito:***

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

Há duas possibilidades de avaliação nesta área e, portanto, dois tipos de indicadores: o indicador individual e o indicador populacional. No primeiro caso, o individual analisará o estado fisiológico do peixe, por meio da alteração em parâmetros que só possam ser alterados por aquele poluente. No segundo caso, as análises são realizadas numa parcela da população para que se possa inferir sobre a saúde dos estoques em médio prazo, ou seja, sobre as chances de sobrevivência saudável da população por várias gerações.

Os principais indicadores utilizados para a avaliação das condições individuais das espécies são:

**Alterações na enzima GST** (Glutathione S-Transferase), a qual atua no metabolismo antioxidante e de combate a xenobióticos (substâncias estranhas aos organismos, como compostos tóxicos);

**Mudanças na expressão dos genes CYP-1A** ou *mrp-5*, por meio da análise do mRNA (mensagem genética de síntese da proteína ou enzima), os quais são responsáveis pela produção de proteínas ligadas ao processo de intoxicação e desintoxicação no fígado dos animais;

**Quantificação dos metais** presentes no músculo e fígado dos animais em diferentes locais, o que pode revelar a exposição a índices maiores que os normais recomendados pelas agências internacionais de qualidade do meio ambiente; e

**Frequência genética de marcadores populacionais**, tais como: alozimas, RAPD e microssatélites, o que fornece índices da heterozigocidade da população (grau de variabilidade) e permite distinguir populações separadas por barreiras ou com interrupção no fluxo gênico, ou seja, fragmentadas. Este último indicador permite inferir sobre o tamanho da população e sobre seu futuro desempenho na continuidade da espécie.

No laboratório, as seguintes medidas são realizadas:

Glutathione S-Transferase (GST) - no fígado, determinada a 25°C em um espectrofotômetro *Spectronic Genesis 2*, utilizando técnica já bem estabelecida no Laboratório Ecofisiologia e Evolução molecular - LEEM. A análise estatística é realizada por meio de ANOVA, seguida de teste de comparação múltipla de Tukey ( $P < 0,05$ );

Microssatélites - seqüências repetitivas de DNA, usualmente menores que 100 pares de bases, formadas por um conjunto de 1 a seis nucleotídeos repetidos “in tandem” (JAMIESON, 1999; ZANE *et al.*, 2002). O isolamento e a caracterização desses marcadores exigem o conhecimento prévio de seqüências flanqueadoras (no início e no fim dos microssatélites) que permitam o acoplamento de “primers” específicos. Para atingir esse conhecimento é necessária a pesquisa em bancos de dados genômicos. Quando não existe informação sobre o organismo em estudo, é necessário fazer o seqüenciamento do DNA para identificar os locos de microssatélites, sendo exigido um mínimo de 5 locos informativos para estudos com esse tipo de marcadores (LUNT *et al.*, 1999; ZANE *et al.* 2002). Locos homólogos poderiam ser amplificados em espécies filogeneticamente relacionadas utilizando os mesmos “primers” (JAMIESON, 1999; DIMOSKI & TOTH, 2000; ZANE *et al.*, 2002), o que nem sempre foi realizado por não oferecer bons resultados;

Expressão Gênica - do gene CYP1A, que está envolvido na desintoxicação do organismo, atuando na oxidação de poluentes como os hidrocarbonetos derivados do petróleo, transformando-os em formas menos complexas, facilmente excretadas (GUECHEVA & HENRIQUES, 2003);

Análises de metais - foram realizadas em exemplares de *Liposarcus pardalis* (bodó) e *Pygocentrus nattereri* (piranha-caju) coletados nos lagos Preto, Campina, Poraquê e Aruã. No laboratório, os tecidos (músculo e fígado) congelados em nitrogênio líquido foram descongelados e pesados, acrescentando-se HNO<sub>3</sub> 1N na proporção de 5:1 (volume/peso). Essas amostras foram, então, colocadas em estufa a 80°C, por 48 horas, para digestão. Após esse período, as concentrações de cádmio (Cd) e cobre (Cu) nos tecidos foram estimadas por meio de espectrofotometria de absorção atômica em forno de grafite, valendo-se de um equipamento marca Perkin Elmer, modelo AAnalyst 800. Para cada metal

(Cd e Cu), foram feitas curvas de calibração, utilizando soluções preparadas de um estoque certificado de acordo com padrões da Perkin Elmer. A curva de calibração foi estabelecida com três valores de concentração e o branco constituía-se de HNO<sub>3</sub> a 1%; e,

Análise de Isozimas e Alozimas - foi realizada por meio da avaliação de locos polimórficos e freqüências alélicas, comparando-se as diferentes populações. Foram analisados 14 locos gênicos, pertencentes a oito enzimas das espécies *Cichla monoculus* (tucunaré) e *Pygocentrus nattereri* (piranha-caju), que ocorrem ao longo do rio Solimões. A partir de estudos eletroforéticos e sistemas isozímicos, pôde-se diferenciar os genótipos e estimar parâmetros como freqüências genotípicas, freqüências alélicas, o que permitiu determinar os coeficientes de diversidade gênica e heterozigocidade. A distribuição dos fenótipos foi utilizada para o cálculo das freqüências gênicas e de  $\chi^2$ .

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Com base nos resultados obtidos, pode-se sugerir cinco indicadores para os peixes até o presente analisados, sendo que dois deles podem ser utilizados para avaliações populacionais e três deles para avaliações individuais. Sua escolha dependerá, certamente, da questão a ser respondida e deverá ser realizada com base nos estudos prévios sobre as comunidades de peixes e sobre as características físico-químicas do ambiente aquático.

**(i) Alterações na GST** - Os resultados obtidos mostram que não há diferença significativa nas atividades da enzima GST para os exemplares das espécies *L. pardalis* e *P. nattereri* nos diferentes lagos. Já os exemplares de *C. macropomum* apresentaram diferenças significativas entre os diversos lagos, sugerindo que os animais dos lagos Preto e Iauara e alguns do lago Campina estão com os níveis de GST elevados, se comparados aos animais do lago Ananá. Esses resultados indicam que esses lagos, com exceção do Ananá, podem estar sob perturbações advindas de inúmeras causas, tais como: a presença de herbicidas, pequenas contaminações por óleo diesel oriundo das pequenas ou grandes embarcações, o que estaria causando alterações nessa espécie por ela ter sensibilidade maior em relação às demais aqui estudadas.

**(ii) Mudanças na Expressão Gênica** - Até o presente pôde-se verificar que a exposição ao petróleo provoca um aumento da expressão dos genes CYP1A\* e mrp-5\* em relação ao controle, animais criados em fazendas de piscicultura sem exposição ao petróleo ou outros agentes poluentes. A exposição prolongada provoca o aumento da expressão, mostrando que ao fim de 96 horas existe uma maior ativação desses genes nas espécies estudadas, *Colossoma macropomum* e *Astronotus ocellatus*. Após o tempo de recuperação, não foi possível verificar uma diminuição da expressão do gene CYP1A, indicando que 96 horas não é tempo suficiente para que essa possa ocorrer e mostrando que esse gene, em particular, pode ser um bom indicador de exposição crônica do animal ao petróleo e derivados.

**(iii) Quantificação dos Metais (Cd e Cu)** - De acordo com a legislação brasileira, os limites permissíveis para a presença de metais em peixes (ANVISA D.O. n° 165-E, de 28/08/98, seção I, págs. 28 e 29) é de 1mg de cádmio por g de peixe e 2mg de cobre por g de peixe. Neste estudo, as concentrações dos metais cádmio e cobre nos tecidos de ambas

as espécies, em todos os lagos amostrados e durante todas as épocas do ano (enchente, cheia, vazante e seca), mantiveram-se abaixo dos limites permissíveis pela ANVISA. Entretanto, foi possível observar maiores níveis no fígado do que no músculo de duas espécies.

A presença desses metais nos animais estudados pode ser devida a inúmeras causas, sendo uma delas a contaminação por herbicidas ou, ainda, por pequenos vazamentos oriundos das embarcações que transitam nessas áreas. Além disso, as diferenças encontradas nas concentrações de metais nesses tecidos podem estar relacionadas com fatores ecológicos, comportamentais e com a atividade metabólica do animal.

**(iv) Freqüência Gênica** - Até o presente momento, conseguiu-se identificar regiões de microssatélite para as espécies *Colossoma macropomum* (tambaqui) e *Cichla monoculus* (tucunaré), nos lagos do trecho Coari-Manaus. Os indivíduos amostrados são pertencentes a diferentes lagos. Já se identificou a variabilidade entre eles, embora as seqüências não tenham ainda sido consideradas conclusivas. No momento, pode-se afirmar que os microssatélites são bons indicadores populacionais.

Quanto às alozimas, as únicas que apresentaram polimorfismo foram a Isomerase Fosfoglicônica (PGI) e a Isocitrato Desidrogenase (IDH), as quais são altamente polimórficas na maioria dos peixes. Os alelos PGI-B<sub>100</sub> e PGI-B<sub>152</sub>, da espécie tucunaré, *C. monoculus*; IDH-A<sub>100</sub> e IDH-A<sub>134</sub> e PGI-B<sub>100</sub> e PGI-B<sub>30</sub> de piranha, *P. nattereri*, encontram-se em equilíbrio de Hardy-Weinberg ( $X^2_{(p=0,05; gl=1)} < 3,841$ ), enquanto que os outros alelos estão distribuídos na população em desequilíbrio ( $X^2_{(p=0,05; gl=1)} \geq 3,841$ ). Os demais locos e alelos encontrados nas duas espécies indicam um desequilíbrio, sugerindo, inclusive, ruptura de fluxo gênico entre populações de mais de um lago. Esses resultados serão comparados aos resultados do grupo de dinâmica de populações pesqueiras.

Quanto ao índice de variabilidade gênica, pode-se afirmar que as espécies estudadas apresentam um alto nível de conservação da estrutura genética, mantendo baixos os índices de heterozigocidade média, sugerindo que essas populações podem estar em declínio.

## REFERÊNCIAS

- BINEY, C.; AMAZU, A. T.; CALAMARI, D.; KABA, N.; MBOME, I.L.; NAEVE, H. OCHUMBA, P. B.O.; OSIBANJO, O. Radeconde, V. & SAAD, M. A. H. Review of heavy metals in the African Aquatic environmental. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 28:134-159. 1994
- DIMSOSKI, P.; TOTH, G. P. Development of DNA-based microsatellite marker technology for studies of genetic diversity in stressor impacted populations. *Ecotoxicology*, 10: 229-232. Kluwer Academic Publishers. 2000.
- HANCOCK, J. M. Microsatellites and other simple sequences: genomic context and Mutational mechanisms. In *Microsatellites: Evolution and Applications*. Goldstein D.B. & Schlotterer, C. editors. Oxford University Press. 1999.

- HEATH, A. G. Water pollution and fish physiology. 2.ed. CRC Press, Lewis publishers, 342p.
- Jamieson, A. 1999. The necessity of applying genetic markers in fish stockmanagement. *In: Val & Almeida-Val. 1999 (ed) Biology of Tropical Fishes. INPA, Manaus. 1995.*
- LEVINE, S.L.; ORIS, J.T.; DENISON, M.S. Modulation of CYP1A expression inrainbow troutby a technical grade formulation of propiconazole. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18 (11): 2565-2573. 1999.
- LUNT, D. H.; HUTCHINSON, W. F.; CARVALHO, G. R. An efficient method for PCR basedisolation of microsatellite arrays (PIMA). *Molecular Ecology*, 8: 891-894.Blackwell Science Ltd. 1999.
- GUECHEVA, T.N.; HENRIQUES, J. A.P. Metabolismo de xenobióticos: citocromo P-450 *In: Silva, J.; Erdtmann B.; Henriques, J.A.P. 2003. Genética toxicológica. Porto Alegre: Alcance.*
- MALINS, D.C.; ANDERSON, K.M.; STEGEMAN, J.J.; JARUGA, P.; GREEN, V.M.; GILMAN, N.K.; Dizdaroglu, M. Biomarkers signal contaminant effects on the organs of EnglishSole (*Parophrys vetulus*) from Puget Sound. *Environmental Health Perspectives*, Volume 114. 2006.
- MEYER, J.N.; NACCI, D.E.; DI GIULIO, R.T. Cytochrome P4501A (CYP1A) in killifish (*Fundulus heteroclitus*): Heritability of altered expression and relationship to survivalin contaminated sediments. *Toxicological Sciences*, 68: 69-81. 2002.
- ROESIJADI, G. & ROBINSON, W.E. Metal regulation in aquatic animals: mechanisms of uptake, accumulation, and release. *In: Malins D. C. & Ostrander, G.K. (Ed). Aquatic Toxicology: Molecular, Biochemical and Celular perspectives. Boca Raton. 387-419p. 1993.*
- ZANE, L.; BARGELLONI, L.; PATARNELLO, T. Strategies for microsatellite isolation: areview. *Molecular Ecology*, 11: 1-16. Blacwell Science Ltd.

## COLABORADORES

Katherine Lopez Vasquez; Viviam Meirelles Brandão; Roziete Mendes Araújo; Rubens Tomio Honda; Sergio Ricardo Nozawa; Mônica Ferreira Nozawa; Maria Angélica Corrêa Laredo; Raquel Albecassiz.

# INDICADORES DE INSETOS DE IMPORTÂNCIA AGROFLORESTAL NO TRECHO PIATAM

Neliton Marques da Silva  
Frederico Guimarães

## 1. CONTEXTO

O estudo de comunidades de insetos apresenta, via de regra, uma grande complexidade resultante da sua enorme diversidade. Essa complexidade aumenta substancialmente na Amazônia, em razão das dimensões da diversidade e do elevado grau de desconhecimento ainda persistente. Em razão disso, os estudos tratam, em geral, de grupos mais homogêneos a fim de entender suas propriedades ecológicas.

As pesquisas acerca da ecologia de insetos, visando a entender até que ponto esse grupo de artrópodes ou determinadas espécies desse grupo podem servir de bioindicadores do estado de conservação de um determinado hábitat ou ecossistema, seja aquático, seja terrestre, vêm se ampliando. Entretanto, no caso específico de moscas-das-frutas e esfingídeos, mesmo a despeito da importância dos estudos para o conhecimento da ecologia desses insetos, esses ainda são escassos e se limitam a trabalhos pioneiros em algumas áreas do Brasil (URAMOTO, 2002). Mesmo nesses, o foco é voltado para aspectos do manejo integrado desse grupo de insetos, enquanto importante praga de espécies vegetais de importância agrícola e florestal.

Para a região amazônica, os estudos sobre análise faunística de tefritídeos e esfingídeos são ainda mais escassos. O primeiro trabalho desenvolvido para a região Norte foi o de Silva (1993), que estudou aspectos faunísticos e a dinâmica de populações de moscas-das-frutas.

As lepidópteras (borboletas e mariposas) são muito ligadas à vegetação de uma determinada área. Quando na fase larval, 'lagartas' alimentam-se de folhas de poucas espécies vegetais e, na fase adulta, polinizam flores. Em razão desse fato, esse grupo de insetos, além de outros grupos, vêm sendo utilizados extensivamente como indicador da qualidade do ambiente (BROWN, 2002).

Por sua vez, os adultos de esfingídeos são polinizadores específicos de numerosas plantas com antese noturna, conhecidas como plantas esfingófilas. Como algumas espécies desses grupos de insetos têm uma elevada afinidade com determinadas espécies de plantas, uma possível alteração na composição florística pode resultar em mudanças na diversidade das espécies de insetos associadas a essas plantas.

Entretanto, essa relação nem sempre ocorre de forma cartesiana. Turner *et al* (2003) discutem vários aspectos relacionados aos fatores que podem limitar o uso de bioindicadores associado à qualidade de hábitat ou das condições ambientais.

Apesar dessas limitações, é fundamental avançar nas pesquisas sobre uso de indicadores, sobretudo daquelas espécies que têm um importante papel na regulação do ambiente.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas variáveis, abrangendo os aspectos fenológicos das plantas hospedeiras e outros fatores associados a entomofauna de tefritídeos e esfingídeos.

#### ***Unidade cadastral básica:***

As florestas de várzea alta e terra firme, quintais agroflorestais, floresta de capoeira.

#### ***Âmbito:***

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do Rio Solimões entre as Cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo Projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori, Matrinxã, no município de Codajás, e; Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.



### 3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

Para fins de comparação das populações das espécies coletadas em armadilhas tipo McPhail com atrativo alimentar, nos diferentes locais de coleta, e caracterização das comunidades, foram analisados alguns índices faunísticos como: frequência, constância, abundância, riqueza, por meio das fórmulas propostas por Silveira Neto *et al.* (1976), que serão consideradas como indicadores da qualidade ambiental, a partir da fauna de insetos.

**Índices Faunísticos de Frequência** - É a proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra.

$$p_i = \frac{n_i}{N} . 100$$

Onde:

$n_i$  = número de indivíduos da espécie; e

$i$  e  $N$  = total de indivíduos da amostra.

**Índices Faunísticos de Constância** - Para o cálculo da constância utilizou-se a porcentagem de localidades ou amostras, no qual é encontrada determinada espécie pelo número total das localidades amostradas ou amostras (WATANABE, 1997).

$$C = \frac{p}{N} . 100$$

Onde:

$p$ : número de amostra com a espécie; e

$N$ ; número total de amostras tomadas.

Classificação das espécies quanto à Constância:

- Espécie constante (W): presente em mais de 50% das amostras
- Espécie acessória (Y): presente em 25-50% das amostras
- Espécie acidental (Z): presente em menos de 25% das amostras.

**Índices Faunísticos de Abundância** - A abundância relativa é definida pela razão entre a abundância absoluta de uma espécie e a somatória das abundâncias de todas as espécies presentes na mesma área (WATANABE, 1997).

Número de espécies dominantes - Uma espécie é considerada dominante quando apresenta frequência superior a:

$$\frac{1}{S}$$

Onde:

$S$  = é o número total de espécies na comunidade.

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Embora o tabulamento e a análise dos dados de levantamento da fauna de tefritídeos e esfingídeos e os aspectos botânicos não estejam concluídos, os resultados parciais obtidos demonstram que é possível estabelecer correlações entre a entomofauna e a diversidade florística da área de entorno.

Conforme os resultados parciais, foram coletados 229 exemplares de *Anastrepha*, sendo 123 fêmeas e 106 machos com razão sexual de 0,53. Foram identificadas 7 espécies de *Anastrepha* coletadas em armadilhas e diretamente nas plantas hospedeiras. As espécies de tefritídeos foram: *Anastrepha striata* Schiner, 1868; *A. obliqua* (Maquart, 1835); *A. bahiensis* Lima, 1937; *A. leptozona* Hendel, 1914; *A. distincta* Greene, 1934; *A. antunesi*, Lima, 1938 e um morfotipo (Figura 1).

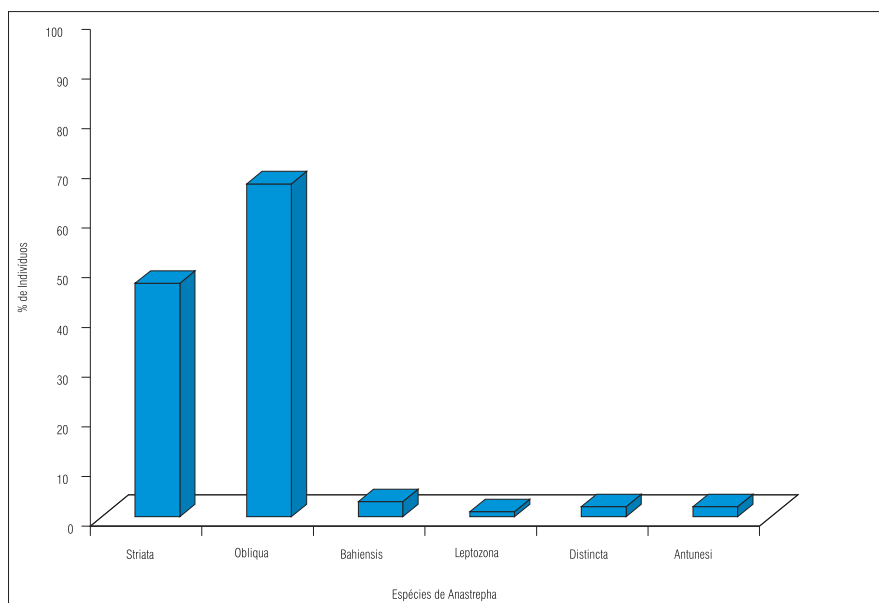


FIGURA 1. PERCENTAGEM DE INDIVÍDUOS DE ANASTREPHA CAPTURADAS EM ARMADILHAS TIPO MCPHAIL NA REGIÃO DO MÉDIO RIO SOLIMÕES, AMAZONAS.

Algumas espécies de mosca-das-frutas que ocorrem na Amazônia apresentam alto nível de especificidade hospedeira, com acentuada preferência por determinadas espécies e famílias botânicas (SILVA & RONCHI-TELES, 2000). Neste estudo, essas especificidades foram registradas para as espécies: *A. striata*, *A. antunesi*, *A. distincta* e *A. serpentina*, que estiveram associadas aos frutos de: goiaba (Myrtaceae), taperebá (Anacardiácea), ingá (Fabaceae) e abiu (Sapotaceae), corroborando os resultados encontrados por Silva (1993) e Tregue-Costa (2004) no Estado do Amazonas. Ressalta-se que, embora *A. bahiensis* infeste esporadicamente a goiaba, o seu principal hospedeiro na Amazônia, no qual estabelece uma relação de alta fidelidade, é o mapati (*Pouroma cecropiaefolia*) e, ocasionalmente, frutos de *Helicostylis tomentosa*, ambas pertencentes à família Moraceae.

*A. obliqua* foi à espécie mais freqüente na região do médio rio Solimões, representam 54,4% do total de fêmeas capturadas. Em ordem decrescente de freqüência, seguiram-se *A. striata* (38,2%), *A. bahiensis* (2,43%), *A. antunesi* e *A. distincta* com (1,6%) e *A. leptozona* e *Anastrepha* sp.10 (0,8%). *A. obliqua*, como a mais freqüente, também foi obtida por Silva (1993) e Ronchi-Teles (2002) para a região Norte.

Por sua vez, em relação ao valor de constância, *A. striata*, *A. obliqua* e *A. bahiensis* foram as espécies mais constantes. As acidentais foram *A. leptozona*, *A. antunesi*, *A. distincta*, revelando a ocorrência esporádica destas espécies. As espécies dominantes nas amostras analisadas foram *A. striata* e *A. obliqua*. As demais espécies foram classificadas como não-dominantes (Tabela 1).

TABELA 1. RESUMO DOS ÍNDICES FAUNÍSTICOS DAS ESPÉCIES DE *ANASTREPHA* CAPTURADAS EM ARMADILHAS TIPO MCPHAIL NO MÉDIO RIO SOLIMÕES - FEVEREIRO A DEZEMBRO DE 2004. A. MANIHOTI.

ESPÉCIE	N	FREQÜÊNCIA (%)	DOMINÂNCIA*	CONSTÂNCIA #
<i>A. striata</i>	47	38,2	D	W
<i>A. obliqua</i>	67	54,4	D	W
<i>A. bahiensis</i>	3	2,43	Nd	W
<i>A. leptozona</i>	1	0,8	Nd	Z
<i>A. distincta</i>	2	1,6	Nd	Z
<i>A. antunesi</i>	2	1,6	Nd	Z

N: Total de fêmeas; \*D: dominante; ND: não-dominante; # W: constante; Y: acessória Z: acidental

Os frutos hospedeiros potenciais de *Anastrepha*, registrados nas comunidades do médio rio Solimões, estão distribuídos em 6 famílias e 10 espécies botânicas (Tabela 2).

TABELA 2. HOSPEDEIROS POTENCIAIS DE *Anastrepha* SPP. REGISTRADOS NAS COMUNIDADES DA REGIÃO DO MÉDIO RIO SOLIMÕES, AMAZONAS.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM
Anarcadiaceae	<i>Anarcadium occidentale</i>	Caju
	<i>Mangifera indica</i>	Manga
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	Mandioca
Fabaceae	<i>Ingá cinnamomea</i>	Ingá-açu
	<i>Ingá edulis</i>	Ingá-cipó
Myrtaceae	<i>Eugenia malaccensis</i>	Jambo
	<i>Eugenia stipitata</i>	Araçá-boi
	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba
Rutaceae	<i>Citrus</i> spp.	Laranja
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i>	Abiu

*Enyo ocybetes* foi a espécie de esfingídeo mais freqüente, representando 25% do total de espécies capturadas, seguida de *Pachylioides resumens* e *Cocytius duponchel*, ambas com 12,5%. Para a comunidade Matrinchã, foram coletados 10 indivíduos de esfingídeos, correspondendo a 41,67% do total coletado, além do maior número de espécies (Figura2).

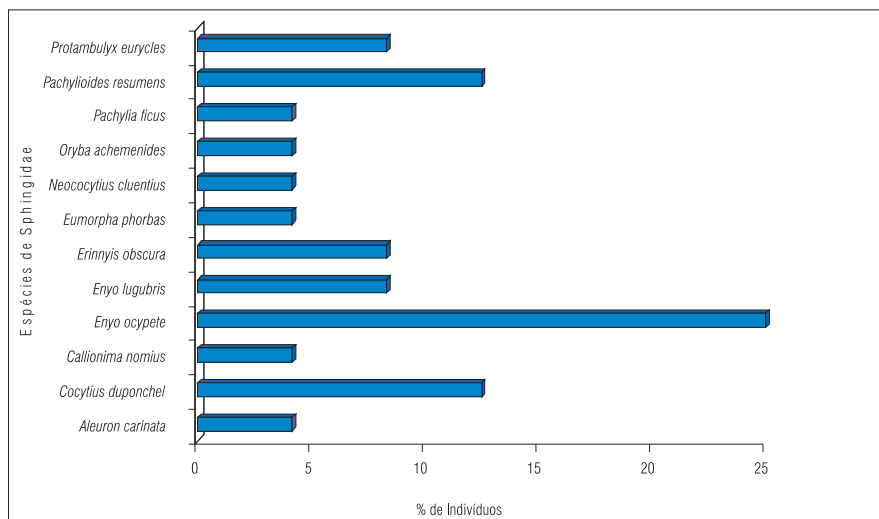


FIGURA 2. PERCENTAGEM DE INDIVÍDUOS DE SPHINGIDAE CAPTURADOS NO LENÇOL NA REGIÃO DO MÉDIO RIO SOLIMÕES, AMAZONAS.

## REFERÊNCIAS

- BROWN JR, K. S. O Alto Juruá: Práticas e Conhecimentos das Populações. In: Cunha, M.C. & Almeida, M.B. (org.) *Enciclopédia da Floresta*. S. Paulo: Cia das Letras ed., 2002.
- SILVA, N.M. *Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em quatro locais do Estado do Amazonas*. 1993. 152p. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 1993
- SILVA, N.M.; RONCHI-TELES, B. Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima. P.203-209. In: Malavasi, A. & R.A. Zucchi (eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil*. Conhecimento básico e aplicado. Holos-FAPESP, Ribeirão Preto. 2000. cap 27. 327 p.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo, Agronomia Ceres.1976. 419p.
- TREGUE-COSTA, A. P. *Biodiversidade de espécies de Anastrepha spp. Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) e seus Parasitóides na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil*. 2004. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas.

TURNER, K.R.; JEROEN, C.J.M.van den Bergh; ROY Bruwer. *Managing wetlands: an ecological economics approach*. Edward Elgar Ed., UK. 2003. 356p.

URAMOTO, K. *Biodiversidade de mosca-das-frutas do gênero Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo*. 2002. 85 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba, São Paulo.

WATANABE, S. *Glossário de Ecologia*. Publicação ACIESP, n. 103, 2.<sup>a</sup> edição. 1997. 352 p.

## COLABORADORES

Eneida Colares Correia, Márcia Reis Pene, Francisco Clóvis da Silva.



# INDICADORES DE PRESSÃO E DE ESTADO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NAS COMUNIDADES ESTUDADAS PELO PIATAM

Pedro Ivo Soares Braga  
Sheila Maria Garcia da Silva  
José Olavo Nogueira Braga

## 1. CONTEXTO

A insuficiência e a dispersão de informações sobre o território e os seus valores naturais relacionados à percepção dos problemas e do planejamento ambiental são extraordinariamente diversos, dando ensejo à criação de medidas, ações e instrumentos coerentes e adequados aos diferentes níveis ambientais, numa perspectiva sustentável (IBGE, 2004).

Assim, a definição de um conjunto de indicadores dirigidos aos vários elementos envolvidos surge a partir da identificação e da avaliação dos problemas ambientais. Um indicador é uma estatística ou medição que se relaciona com uma condição, mudança de qualidade ou mudança no estado de algo que se pretende avaliar, fornecendo informação e descrevendo o estado de um determinado fenômeno (OCDE, 1993; NEVES, 1996; MOTTA, 1996). O Tema FLORA apresenta dois indicadores integrados por variáveis adaptadas da

linha condutora do IBGE (2004). Para classificação desses indicadores, foi adotado o modelo P.E.R (Pressão – Estado – Resposta) da O.C.D.E. (1993).

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas variáveis que expressam a pressão sobre o uso da terra em pequenas comunidades rurais e o estado das espécies nativas que compõem a biota local.

**Unidade cadastral básica:**

Áreas de coleta: a vegetação do entorno das comunidades estudadas.

**Âmbito**

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia do Buiçuzinho, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

### 3.1 Dimensão Ambiental Terra

O índice de pressão relativa  $a$ , da atividade  $j$ , desenvolvida numa área definida  $u$  de uma comunidade  $i$  de atuação do Piatam, em relação a uma área de referência  $A$ , medida em hectares, é dado pela seguinte equação:

$$a_{ij} = \frac{u_i}{A}$$

Onde:

$a_{ij}$  = Índice de Pressão Relativa;

$u_i$  = área efetivamente utilizada pela atividade  $j$ ;

$i$  = comunidade Piatam;

$j = 1, 2, \dots, n$ ; e

$A$  = tamanho de referência = 10.000 ha.



O tamanho da área  $u_j$ , de cada atividade foi calculado tomando-se como base o desmatamento existente até o momento em cada comunidade, num raio de 03 km<sup>2</sup> (observações de campo e dados do PRODES, 2004).

Esse procedimento foi utilizado em função das atividades estarem correlacionadas ao desmatamento, constituindo séries de relacionamento unidirecional, definidas como se **X** (desmatamento) causa **J** (atividade), onde os valores de **J** são melhor explicados a partir do passado de seus próprios valores e os de **X**.

Como as áreas desmatadas diferem em tamanho e forma, tomou-se como base o maior desmatamento (1.500 ha), ocorrido em Santa Luzia do Buiúçuzinho, correspondendo a 300 campos de futebol.

O tamanho de referência (A) de 10.000 ha foi determinado em função da pequena área (ha) utilizada nas comunidades pela área total do trecho Piatam (14.363,602 ha).

Os modelos univariados (Sub-indicador de Pressão Relativa) para as atividades individuais, denominados de Sub-Indicador de Pressão da Agricultura (SIPA); Sub-Indicador de Pressão da Pastagem (SIPP); Sub-Indicador de Pressão do Plantio de Malva e Juta (SIPPMJ); Sub-Indicador de Pressão do Desmatamento (SIPD); Sub-Indicador de Pressão de Barranco Caído (SIPBC); Sub-Indicador de Pressão de Trilhas (SIPT) mostram, com mais precisão o comportamento de cada série de atividades nas comunidades de atuação do Piatam.

O **Indicador de Pressão da Degradação Ambiental** –  $IPDA_{piatam}$  - foi construído a partir da somatória dos índices individuais, utilizados para medir o grau de degradação de uso da terra das comunidades estudadas:

$$IPDA_{piatam} = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

A intensidade da pressão de degradação ambiental será aferida por meio da comparação temporal do indicador.

## 3.2 Dimensão Ambiental Biodiversidade

Seja uma espécie  $j$ , composta por  $m$  indivíduos, ocorrendo na biota local A de uma comunidade de atuação do Piatam  $i$ . A expressão para representar o seu estado N é escrita da seguinte forma (adaptado de HOSOWAVA, MOURA & CUNHA, 1988):

$$N_j^k = \frac{m_{ij}}{A}$$

Onde:

N = Densidade Absoluta;

m = número total de indivíduos da espécie  $j$ ;

$i$  = comunidade de atuação do Piatam;

$j = 1, 2, \dots, n$ ;

A = área determinada em hectare.

O sistema de equações somadas de cada espécie registrada pode ser compactamente escrito como: Sub-Indicador do Número de Espécies Nativas (SINEN); Sub-Indicador do Número de Espécies Endêmicas (SINEE); Sub-Indicador do Número de Espécies Raras (SINER); Sub-Indicador do Número de de Orquídeas (SINO); Sub-Indicador do Número de Espécies Ameaçadas de Extinção (SINEAE), cujo **Indicador de Estado –  $IE_{Piatam}$**  é escrito na forma:

$$IE_{Piatam} = \sum_{i=1}^n N_j^K \sum_{j=1}^n N_j^K = \frac{m_{ji}}{A}$$

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Com base nos resultados, o **IPDA<sub>Piatam</sub>** resultou em 0,070, sendo considerado de *Baixa Degradação*.

Os valores aqui apresentados, com baixa variabilidade indicam que todas as comunidades estudadas no Piatam se encontram em bom estado de conservação. Logo, as pressões exercidas pela população sobre o uso da terra ainda não atingiram pontos negativos em relação às suas florestas (Quadro 1).

QUADRO 1. OS VALORES APRESENTADOS PELOS SUBINDICADORES DAS COMUNIDADES CALCULADOS NO INTERVALO DE  $> 0$  E  $< 1$

COMUNIDADES	VALOR DOS SUBINDICADORES
Santa Luzia do Baixo	0,008
Nossa Senhora das Graças	0,007
Nossa Senhora de Nazaré	0,007
Bom Jesus	0,009
Santo Antônio	0,008
Matrinchã	0,008
Lauro Sodré	0,008
Esperança II	0,008
Santa Luzia do Buiçuzinho	0,007

O  **$IE_{Piatam}$**  – demonstra que a maior distribuição foi apresentada pelas espécies nativas, 3,8 ha, em Bom Jesus (1,69 ha) e Esperança II (0,73 ha), com valores individuais altos de distribuição em relação às outras comunidades. O segundo maior valor de distribuição foi o de espécies endêmicas, 2,8 ha. Desse total, Nossa Senhora das Graças correspondeu com (0,80 ha), seguida de Santa Luzia do Buiçuzinho, com (0,60 ha). O terceiro maior valor correspondeu às orquídeas, com 1,9 ha, embora elas só tenham sido registradas em quatro comunidades estudadas no Piatam. As espécies raras apresentaram o menor valor, 1 ha, com Esperança II (0,19 ha) e Nossa Senhora de Nazaré (0,17 ha) contribuindo com valores elevados para esse indicador.

Embora as orquídeas tenham sido registradas apenas em quatro comunidades, isso não significa que não ocorram em outras comunidades. Como elas só ocorrem nas

estruturas de formação da copa das árvores, sua visualização e coleta são dificultadas pela elevada altura das árvores, principalmente em florestas com dosséis densos. Sua ocorrência indica baixa degradação ambiental onde foram registradas, já que este *taxon* é o último a colonizar um ambiente totalmente formado.

Já os registros de espécies endêmicas e raras nas áreas estudadas chamam a atenção para o risco que corre a biota dessas comunidades. Elas alertam para a necessidade de se orientar ações quanto ao uso e à ocupação do solo, estratégias de conservação de habitats, visando reverter o quadro de ameaça a essas espécies e à biota local. As espécies ameaçadas de extinção não foram registradas neste estudo.

Os dados aqui apresentados devem ser interpretados como informações que estão disponíveis no presente (2004-2006). Futuramente, com a ampliação da série histórica, será possível aferir a pressão de Degradação Ambiental nas comunidades de atuação do Piatam.

## REFERÊNCIAS

IBGE. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Brasil 2004/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais (e) Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, p. 32-65 e 100 124, 2004.

HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B. de.; CUNHA, U.S. 1988. *Introdução ao Manejo e Economia de Florestas*. Curitiba: Editora da UFPR.

MOTTA, R.S. *Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos*. Brasília: IPEA, 1996. 104p. (Textos para discussão, 403).

NEVES, N. *Aplicação de Sistemas de Informação geográfica ao Planejamento Municipal: Desenvolvimento de Modelos de Simulação e Decisão*. Dissertação apresentada para obtenção de Doutorado, Departamento de Geografia Humana, Faculdade de Geografia y História, Barcelona, 1996.

OCDE. *Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the group on the state environment*. Paris: OCDE, 1993.

PRODES. 2004. *Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite*. Disponível na internet <http://www.obt.inpe.br/prodes/> Acessado em 15/1/2007.



# INDICADORES MACRÓFITAS AQUÁTICAS

Karen Lorena Lobo Prado

## 1. CONTEXTO

As macrófitas aquáticas são importantes componentes da biota nos lagos da região Amazônica. Essas plantas participam ativamente da ciclagem de nutrientes e servem de abrigo, refúgio e local de alimentação para diversos organismos, incluindo os peixes.

Diversos métodos podem ser utilizados para caracterizar a estrutura das comunidades de plantas aquáticas, entre eles a riqueza de espécies, a frequência de ocorrência, biomassa, área de cobertura dessas plantas nos ambientes aquáticos e assembléias de peixes associadas a essas plantas.

A riqueza de macrófitas depende das características dos ecossistemas aquáticos em que se encontram, assim, as variações na composição de suas comunidades estão relacionadas com a disponibilidade de nutrientes, fluxo da água e tipo de substrato, possibilitando o uso do grupo como indicador da qualidade ambiental desses ecossistemas (GODOY *et al.*, 2004).

Essa riqueza de espécies é uma medida baseada na contagem direta das espécies, sendo o índice de diversidade mais simples e fácil de ser interpretado (MAGURRAN, 1998). Determinar a riqueza de espécies permite acompanhar as modificações na composição específica da comunidade. Modificações na riqueza de espécies de plantas aquáticas podem indicar alterações no ambiente, já que algumas espécies de macrófitas são tolerantes a ambientes eutrofizados, podendo dominar tais ambientes.

Assim como a riqueza de espécies, a frequência de ocorrência das espécies e a determinação da biomassa e da área de cobertura dessas plantas nos ambientes estudados permitem um acompanhamento do comportamento da comunidade ao longo do ciclo hidrológico.

Para a caracterização da ictiofauna associada a essas plantas, foram realizados estudos incluindo a diversidade de espécies de peixes em diferentes tipos de bancos de macrófitas, uma vez que algumas plantas, ou a combinação de algumas delas, parecem constituir melhores habitats que outras para algumas espécies de peixe (PETRY *et al*, 2003). Foi também construído um modelo associando a biomassa dos peixes capturados com a biomassa de plantas para estimar a biomassa total da ictiofauna associada à macrófitas em lagos de várzea.

A utilização dos métodos mencionados permite determinar as características das comunidades naturais dentro de seus habitats, bem como inferir sobre a qualidade do ambiente.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas variáveis, tais como: identificação de espécies, peso, número de indivíduos, entre outras, dentro dos períodos hidrológicos ou ainda segundo sua natureza.

***Unidade cadastral básica:***

Os lagos de várzea.

***Âmbito:***

A área pesquisada compreende o trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

### 3. MÉTODOS PARA A CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

Os estudos desenvolvidos pela área de macrófitas aquáticas permitiram a construção de indicadores a partir das próprias macrófitas e também da ictiofauna associada. Nesse contexto, foram determinados os seguintes indicadores:

#### 3.1 Indicadores Relacionados às Macrófitas

**Índice de Riqueza de Espécies - IRE** - É definido como o número total de espécies coletadas em uma unidade definida de amostra (MAGURRAN, 1988). Este é um dos índices mais simples utilizados para caracterização da estrutura de comunidade e não leva em consideração o número de indivíduos de cada uma das espécies ou suas abundâncias relativas.

**Indicador de Frequência de Ocorrência - FO** - A análise de frequência foi calculada segundo a fórmula:

$$F_{ai} = p_i / p \times 100$$

Onde:

$p_i$  = é o número de amostras onde ocorre a espécie.

$i$  e  $p$  = é o número total de pontos amostrados.

**Indicador de Área de Cobertura de Macrófitas nos Lagos - ACM** - A área dos bancos de macrófitas nos lagos nos períodos de cheia e seca foi expressa em metros quadrados ( $m^2$ ) e os cálculos foram feitos a partir de imagens de satélite e radar da região, obtidos junto à base de dados do Piatam. Nessas imagens pode-se diferenciar o que é área aberta do lago, floresta alagada e macrófitas aquáticas. Após a classificação das imagens pelo tipo de cobertura, foram calculadas as áreas dos bancos de macrófitas aquáticas. A área de cobertura de macrófitas e a área total dos lagos foram determinadas utilizando o software ArcView.

**Indicador - Estimativa de Biomassa de Macrófitas Aquáticas - BMA** - Para estimar a biomassa de plantas aquáticas em lagos de várzea foram aplicadas análises de variância de duas vias, tendo como fatores o ciclo hidrológico (cheia e seca) e o tipo de macrófitas aquáticas (Capim flutuante *Paspalum repens* - CF e bancos mistos - MS). Com variáveis-respostas: profundidade, oxigênio, temperatura e pH. Foram realizadas, também, ANOVAs simples, tendo como fator o ciclo hidrológico e como variáveis-respostas as áreas dos lagos e as áreas de cobertura de macrófitas, calculadas a partir das imagens de satélite. O objetivo dessas análises foi verificar se as variáveis apresentavam diferenças entre os períodos e o tipo de macrófitas para estabelecer quais seriam utilizadas na regressão. Um modelo de regressão múltipla (ZAR, 1999) foi usado para estabelecer a relação entre a área de cobertura de macrófitas nos lagos com aspectos da morfologia dos lagos e variáveis físicas e químicas:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$$

Onde:

- Y = Área de cobertura de macrófitas nos lagos;
- X<sub>1</sub> = Área do total dos lagos;
- X<sub>2</sub> = Profundidade nos pontos de coleta;
- X<sub>3</sub> = Temperatura da água nos pontos de coleta;
- X<sub>4</sub> = Oxigênio dissolvido nos pontos de coleta; e
- X<sub>5</sub> = pH nos pontos de coleta.

A biomassa de macrófitas aquáticas foi estimada segundo o modelo:

$$Y = \text{Densidade de macrófitas (g/m}^2\text{)} \times \text{Coeficientes da regressão} \times \text{Variáveis}$$

A densidade de macrófitas (g/m<sup>2</sup>) nos lagos foi calculada segundo a equação:

$$D_{MAq} = \frac{\text{Biomassa (g/10m}^2\text{)}}{10\text{m}^2}$$

### 3.2 Indicadores Relacionados à Ictiofauna Associada às Macrófitas Aquáticas<sup>1</sup>:

**Índice de Diversidade – ID** - Para determinação da diversidade de peixes associados às macrófitas aquáticas, foi utilizado o Índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1976), descrito pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum P_i (\ln P_i)$$

Onde:

- H' é o índice;
- P<sub>i</sub> = N<sub>i</sub> / N (N<sub>i</sub> é a abundância da *i*-ésima espécie e N é a abundância total de indivíduos contidos na amostra).

<sup>1</sup> Os indicadores desta seção são calculados incorporando informações extras - base de dados, como uma proposta de integração com a área Ictiofauna.



**Indicador de Estimativas de Biomassa de Peixes Associada às Macrófitas Aquáticas** - Para estabelecer a relação entre a biomassa de macrófitas aquáticas e a biomassa de peixes nos lagos foi realizada uma regressão segundo o modelo:

$$Y = f(X)$$

Onde:

Y= Biomassa de peixes (g/m<sup>2</sup>) e X=Biomassa de macrófitas aquáticas (g/m<sup>2</sup>).

A= biomassa de peixes associada às macrófitas foi estimada segundo o modelo:

Y = Coeficiente da regressão x Biomassa de macrófitas aquáticas (g/m<sup>2</sup>).

A densidade de peixes (g/m<sup>2</sup>) foi calculada pela seguinte equação:

$$D_{PXS} = \frac{\text{Biomassa de Peixes Estimada (g)}}{\text{Área do Lago (m}^2\text{)}}$$

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

No **Índice de Riqueza de Espécies - IRE**, foram identificadas 33 espécies de macrófitas aquáticas distribuídas em 18 famílias. A família Poaceae (Gramínea) foi a mais diversa, representada por sete espécies. O número de espécies variou entre os períodos e entre os lagos. Nos períodos de águas altas (enchente/cheia) foram registradas 33 espécies e 18 espécies nos períodos de águas baixas (vazante/seca). Dentre os lagos estudados, o Preto apresentou o maior número de espécies de macrófitas (29 espécies no total), seguido dos lagos Baixo (28 espécies) e Ananá, com 26. O lago Maracá apresentou a menor riqueza, com 19 espécies (Tabela 1).

TABELA 1. NÚMERO DE ESPÉCIES IDENTIFICADAS NOS LAGOS ESTUDADOS - PERÍODOS DE ÁGUAS ALTAS (ENCHENTE/CHEIA) E ÁGUAS BAIXAS (VAZANTE/SECA).

LAGO	NÚMERO DE ESPÉCIES		
	ÁGUAS ALTAS	ÁGUAS BAIXAS	TOTAL
Baixo	27	12	28
Preto	29	10	29
Iauara	22	6	22
Ananá	26	15	26
Campina	24	12	24
Maracá	18	13	19
TOTAL	33	18	33

**Indicador de Frequência de Ocorrência (FO)** - As espécies mais abundantes em todos os períodos do ciclo foram: *Paspalum repens*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes*. Durante o período de águas altas, *P. stratiotes* apresentou a maior frequência, estando presente em 72,7% do total de pontos amostrados (Figura 1) e, em

águas baixas, *P. repens* foi a espécie encontrada com maior frequência (70,10% dos pontos amostrados) (Figura 2).

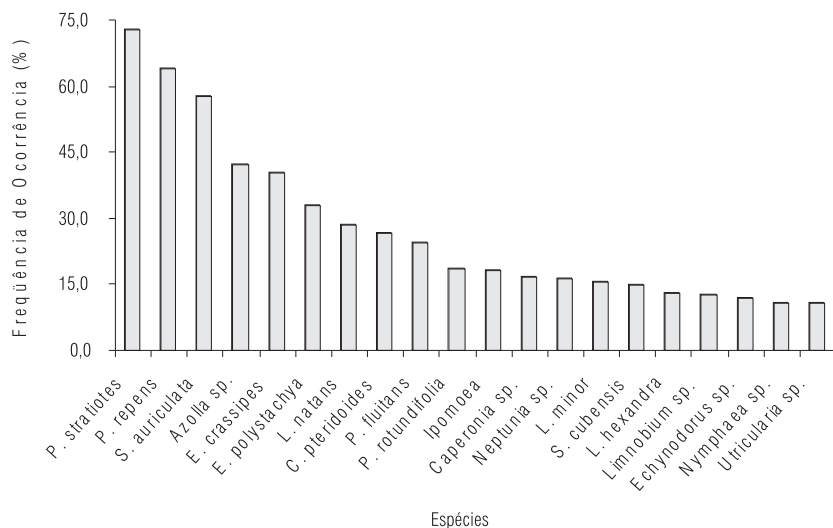


FIGURA 1. ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS MAIS FREQUENTES (>10%) NOS LAGOS ESTUDADOS - PERÍODOS DE ÁGUAS ALTAS.

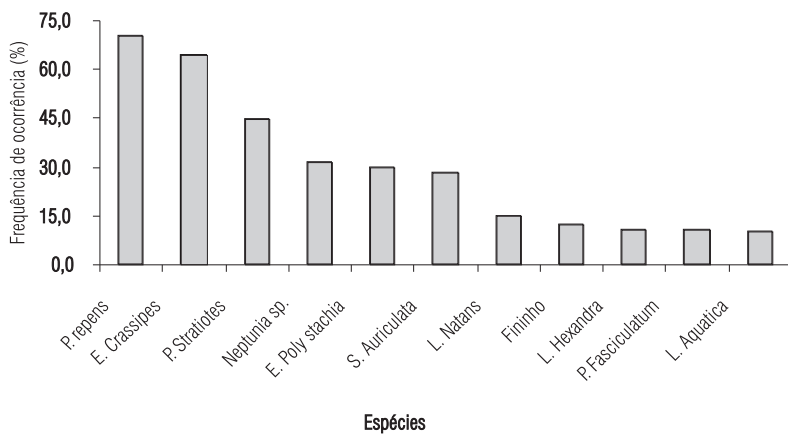


FIGURA 2. ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS MAIS FREQUENTES (>10%) NOS LAGOS ESTUDADOS - PERÍODOS DE ÁGUAS BAIXAS.

**Indicador de Área de Cobertura de Macrófitas (ACM)** - Todos os lagos apresentaram grandes áreas ocupadas por bancos de macrófitas aquáticas. O lago Iauara apresentou a maior porcentagem de cobertura de macrófitas, com cerca de 46,9% de sua área total ocupada por essas plantas no período de seca (Tabela 2).

TABELA 2. ÁREA DE COBERTURA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NOS QUATRO LAGOS ESTUDADOS - PERÍODO DE CHEIA E SECA.

LAGO	CHEIA		SECA	
	ÁREA TOTAL(M²)	ÁREA DE MACRÓFITAS (%)	ÁREA TOTAL(M²)	ÁREA DE MACRÓFITAS (%)
Iauara	83.591	41,3	37.290	46,9
Ananá	114.527	19,2	88.579	29,6
Campina	25.537	21,7	5.153	36,6
Maracá	53.956	20,9	28.982	39,2

**Indicador Estimativa de Biomassa de Macrófitas Aquáticas (BMA)** - As variáveis profundidade, pH, temperatura e oxigênio não apresentaram relação com a área de macrófitas nos lagos. Portanto, para a estimativa da biomassa de macrófitas foi considerada somente a variável área do lago (Tabela 3).

TABELA 3. RESULTADOS DA REGRESSÃO (STEPWISE) RELACIONANDO A ÁREA DE COBERTURA DE MACRÓFITAS COM A ÁREA DOS LAGOS ESTUDADOS - PERÍODOS DE CHEIA E SECA.

PERÍODO	B	t	P
Cheia	0,272	7,32	0,00016
Seca	0,123	2,30	0,04810

A biomassa de macrófitas aquáticas em 10m<sup>2</sup> não apresentou diferença entre os tipos de macrófitas (Figura 3). Assim, foi utilizada a média da biomassa entre os dois tipos de bancos coletados para calcular a densidade de macrófitas nos lagos para cada período. As estimativas de biomassa de macrófitas para ambos os períodos foram calculadas utilizando os seguintes modelos:

$$Y_{\text{Cheia}} = \text{Densidade de macrófitas (g/m}^2\text{)} \times 0,272 \times \text{Área do lago (m}^2\text{)}$$

$$Y_{\text{Seca}} = \text{Densidade de macrófitas (g/m}^2\text{)} \times 0,123 \times \text{Área do lago (m}^2\text{)}$$

As estimativas de biomassa de macrófitas aquáticas, para ambos os períodos, estão expressas na Tabela 4.

TABELA 4. VALORES ESTIMADOS DE BIOMASSA DE MACRÓFITAS NOS LAGOS ESTUDADOS - PERÍODOS DE CHEIA E SECA.

LAGO	BIOMASSA DE MACRÓFITAS ESTIMADA (G)	
	CHEIA	SECA
Iauara	106.073.769,1	33.403.412,4
Ananá	139.015.987,7	50.227.481,8
Campina	25.617.084,0	4.196.685
Maracá	67.234.571,6	29.151.843,5

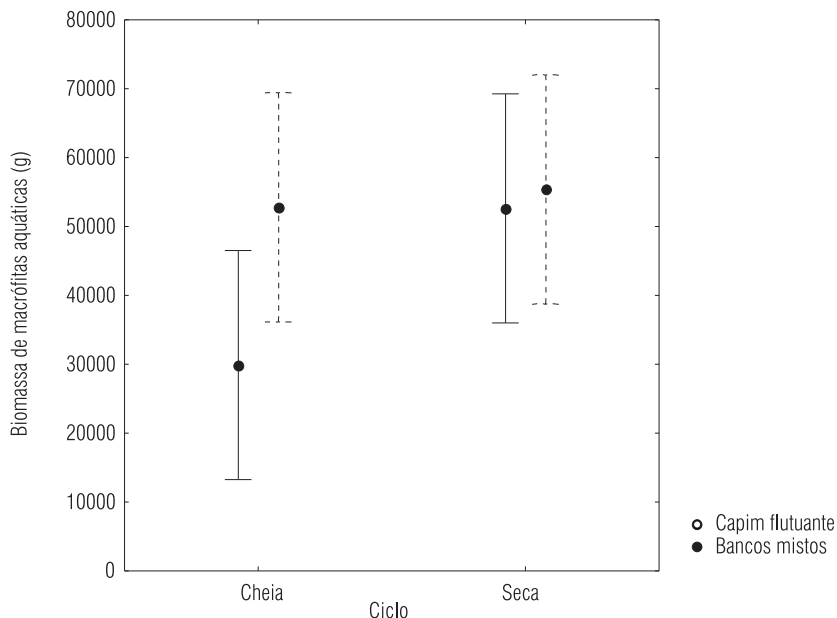


FIGURA 3. BIOMASSA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS (LN), NOS DOIS PERÍODOS DO CICLO HIDROLÓGICO.

**Índice de Diversidade (ID)** – Nos quatro lagos estudados foram coletados 1.340 indivíduos distribuídos em 50 espécies. A diversidade de espécies de peixes variou entre os lagos, períodos do ciclo hidrológico e entre os tipos de bancos de macrófitas. Foram identificadas 31 espécies na cheia e 40 na seca, com valores de diversidade (Índice de Shannon-Wiener) de 2,95 e 2,76, respectivamente. Dentre os lagos estudados, Iauara e Maracá apresentaram os maiores valores de diversidade (2,9 e 2,6, respectivamente) (Tabela 5). Nos lagos Ananá e Campina a diversidade variou entre os períodos, explicável pela diminuição na riqueza de espécies (Figura 4). O número de espécies foi maior no capim flutuante *P. repens* (45 espécies) do que nos bancos mistos (associação de duas ou mais espécies de macrófitas), que apresentou 34 espécies, com valores de diversidade de 2,75 nos bancos mistos e 2,89 nos bancos de *P. repens* (Figura 5), o que sugere que a diversidade de espécies de peixes está associada com a complexidade de habitat formada pelos caules e raízes das macrófitas aquáticas e que a riqueza de espécies é fortemente influenciada pela presença de *P. repens* nas amostras (PETRY *et al.*, 2003), indicando que algumas espécies têm preferência por esta planta.

TABELA 5. RIQUEZA DE ESPÉCIES E ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON NOS LAGOS ESTUDADOS.

LAGO	RIQUEZA DE ESPÉCIES	DIVERSIDADE
Iauara (L1)	30	2,99
Ananá (L2)	30	2,20
Campina (L3)	20	2,57
Maracá (L4)	25	2,63

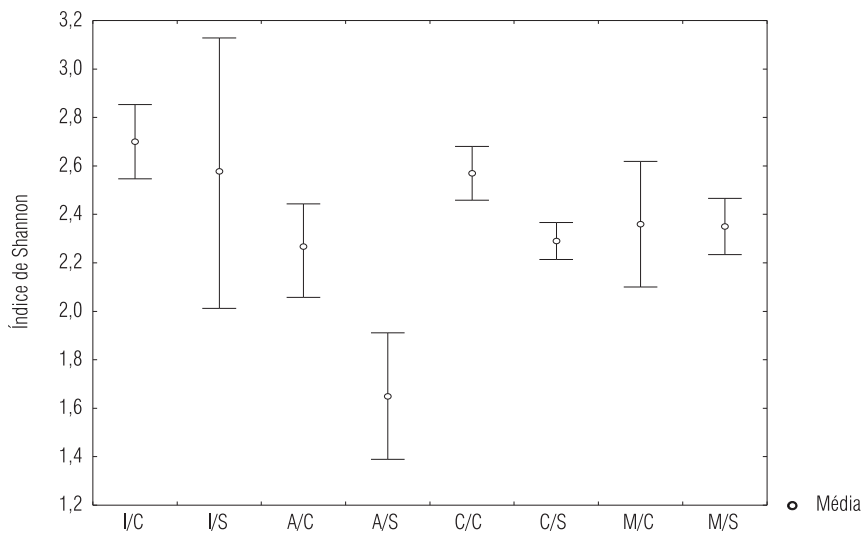


FIGURA 4. DIVERSIDADE (ÍNDICE DE SHANNON) NOS LAGOS ESTUDADOS (IAUARA, ANANÁ, CAMPINA E MARACÁ) - PERÍODOS DE CHEIA E SECA.

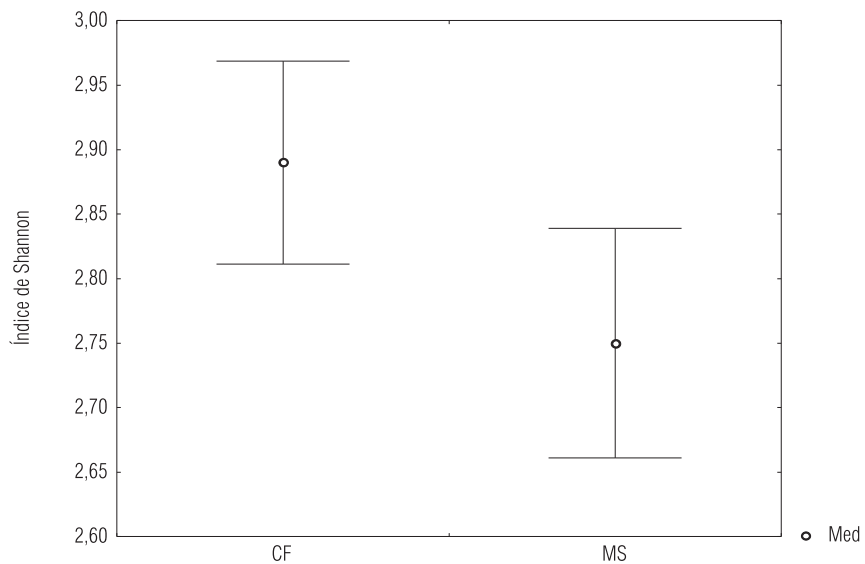


FIGURA 5. DIVERSIDADE (ÍNDICE DE SHANNON) NOS DOIS TIPOS DE BANCOS DE MACRÓFITAS AMOSTRADOS. CF=Capim flutuante *Paspalum repens* e MS=Bancos mistos.

### Indicador Estimativas de Biomassa de Peixes Associada às Macrófitas Aquáticas

- A biomassa de peixes foi estimada a partir de uma regressão relacionando a biomassa de peixes ( $g/m^2$ ) com a biomassa de macrófitas ( $g/m^2$ ). A biomassa de peixes coletada nos bancos de macrófitas aquáticas apresentou diferenças significativas entre os períodos do ciclo hidrológico, assim, as análises foram realizadas separadamente para os períodos de cheia e seca. A regressão resultou em uma relação positiva em ambos os períodos como pode ser observado na Tabela 6.

TABELA 6. RESULTADO DA REGRESSÃO (STEPWISE) RELACIONANDO A BIOMASSA DE PEIXES COM A BIOMASSA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NOS PERÍODOS DE CHEIA E SECA.

PERÍODO	B	t	P
Cheia	0,212	5,68	0,000749
Seca	0,434	10,68	0,000014

A biomassa de peixes foi estimada, para ambos os períodos, segundo os modelos abaixo:

$$Y_{\text{Cheia}} = 0,212 \times \text{Densidade de Peixes}(g/m^2) \times \text{Área de cobertura de Macrófitas}(m^2).$$

$$Y_{\text{Seca}} = 0,434 \times \text{Densidade de Peixes}(g/m^2) \times \text{Área de cobertura de Macrófitas}(m^2)$$

As estimativas de biomassa de peixes, para ambos os períodos, estão expressas na tabela 7.

TABELA 7. ESTIMATIVA DE BIOMASSA PEIXES ASSOCIADA ÀS MACRÓFITAS NOS LAGOS ESTUDADOS, NOS PERÍODOS DE CHEIA E SECA.

LAGO	CHEIA		SECA	
	BIOMASSA DE PEIXES(G)	DENSIDADE DE PEIXES (G/M <sup>2</sup> )	BIOMASSA DE PEIXES (G)	DENSIDADE DE PEIXES (G/M <sup>2</sup> )
Iauara	47.931,7	0,60	243.456,5	6,5
Ananá	30.408,9	0,30	40.162,6	0,5
Campina	12.402,5	0,50	114.654,1	22,2
Maracá	48.923,5	0,90	282.206,5	9,7
	$\bar{X} = 34.916,5$	$\bar{X} = 0,60$	$\bar{X} = 170.119,9$	$\bar{X} = 9,7$

Os valores de  $0,6g/m^2$  (cheia) e  $9,7g/m^2$  (seca) estimados a partir da construção do modelo foram bastante inferiores às estimativas propostas por Henderson & Hamilton (1995) e Sánchez-Botero (2000) somente para o período de cheia, de  $31,1g/m^2$  e  $93,3g/m^2$ , respectivamente. Apesar da dificuldade em determinar quais valores estão mais próximos da realidade, todas as estimativas de biomassa propostas neste trabalho e por outros autores, quando comparadas com a estimativa de biomassa íctica em lagos de várzea proposta por Bayley (1982), de  $220g/m^2$ , demonstram que as macrófitas aquáticas abrigam elevada biomassa de peixes, desempenhando um importante papel na produtividade dos lagos de várzea.

## REFERÊNCIAS

BAYLEY, P. B. Central Amazon fish populations: biomass, production and some dynamic characteristics. Tese de Doutorado (PhD), Dalhousie University Canadá, 308pp. 1982.

GODOY, R. F.; VOTTO, R. C. G.; NIGRO, E. G.; MARINELLI, C. E. Estrutura das comunidades de plantas aquáticas e seu uso como indicador da antropização de bacias hidrográficas no município de São Luiz do Paraitinga – SP. 2004. *In: III Semana da Engenharia Ambiental das Faculdades Oswaldo Cruz/SP.*

HENDERSON, P. A.; HAMILTON, H. F. Standing crop and distribution of fish in drifting and attached floating meadow within and Upper Amazonian varzea lake. *J. Fish. Biol.*, 47: 266-276. 1995.

MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and measurement*. Chapman and Hall, London. 179p. 1988.

PETRY, P; BAYLEY, P.B.; MARKLE, D. F. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. *J. Fish Biol.* 63(3): 547-579. 2003.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Ecol.* 13:131-134. 1976.

SÁNCHEZ, J. I. Distribuição da ictiofauna associada às raízes de macrófitas em relação ao oxigênio dissolvido, temperatura e tipo de planta na Amazônia Central. 2000. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 41p.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 4 ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. 663p. 1999.







## **PARTE IV**

---

## **MEIO FÍSICO**



# ATRIBUTOS QUÍMICOS E COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SOLOS NA ÁREA DE ESTUDO DO PIATAM

Hedinaldo Narciso Lima  
Wenceslau Geraldes Teixeira  
Sandra Akemi Iwata  
Kleberson Worsley de Souza  
Rodrigo Santana Macedo  
Sérgio Tavares Guimarães

## 1. CONTEXTO

Há vantagens em aprender sempre mais a respeito do solo. Ele ocupa uma posição peculiar ligada às várias esferas que influenciam a vida humana. Mais ainda, representa o substrato principal da produção de alimentos e uma das principais fontes de nutrientes e sedimentos que vão para os rios, lagos e mares (RESENDE *et al.*, 2002).

Na Amazônia, são necessários e urgentes estudos sobre as áreas inundáveis, como um todo, e, também, sobre a forma de aproveitá-las com prejuízos mínimos ao meio ambiente, em razão do seu uso cada vez mais intensivo para agricultura, pecuária e pesca intensiva.

Este estudo apresenta parte dos resultados dos estudos de solos da área de atuação do projeto Piatam, dando ênfase às suas características químicas e à sua composição granulométrica.

Por meio das variáveis analisadas, é possível avaliar sua riqueza em nutrientes, aspectos de sua formação, bem como estabelecer bases para distinção de ambientes e avaliação de possíveis danos em casos de potenciais acidentes.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os atributos resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES

Devido às características do estudo dos solos, as variáveis selecionadas representam melhor o seu estado do que um indicador sintético. Assim, utilizam-se, neste documento, variáveis obtidas a partir de análises químicas e da composição granulométrica de amostras de solos.

#### ***Unidade cadastral básica:***

Áreas de várzea e terra firme associadas ao rio Solimões e a lagos, sob influência de águas barrentas e águas pretas.

#### ***Âmbito:***

A área pesquisada compreende as planícies de inundação do rio Solimões e lagos associados no trecho entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

Em cada uma dessas comunidades foram selecionadas áreas representativas do ambiente, nas quais foram feitas as coletas das amostras de solos em profundidades a cada 20 cm até 1,20 m. Após a coleta, as amostras foram preparadas para análise, o que consistiu em secagem à sombra, destorroamento, separação das frações maiores do que 2 mm por tamização e homogeneização. O produto desse processo é denominado “terra fina seca ao ar (TFSA)”. Todas as determinações químicas e de composição granulométrica foram realizadas a partir da terra fina seca ao ar.

### 3.1 A Caracterização Química dos Solos

**Acidez ativa ou pH** - É a acidez devida à concentração de íons hidrogênio que se encontram livres ou dissociados na solução do solo. Em uma solução neutra, essas concentrações são iguais. Ou seja,  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} = \text{pH } 7,0$ . Portanto, pH menor que 7,0 indica acidez (ou predomínio de íons  $H^+$ ), que é tanto mais acentuada quanto menor o pH. Valores de pH acima de 7,0 expressam alcalinidade (ou predomínio de íons  $OH^-$ ), que é tanto mais pronunciada quanto maior esse valor.

**Soma de Bases e Saturação por Bases** - A soma de bases é o resultado do somatório dos teores trocáveis de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  e  $Na^+$ , os quais são avaliados por meio de extratores químicos, que visam simular a capacidade das plantas cultivadas em extrair do solo esses nutrientes indispensáveis ao seu crescimento e quantificados por métodos titulométricos ou espectrofotométricos.

A saturação por bases é o percentual do complexo de troca do solo que se encontra ocupado por bases e permite avaliar a riqueza do solo por meio do seguinte indicador:

- Solo eutrófico (mais rico) – mais do que 50% do complexo de troca do solo está ocupado por bases.
- Solo distrófico (mais pobre) – menos do que 50% do complexo de troca do solo está ocupado por bases.
- Solo álico (muito pobre) – mais de 50% do complexo de troca do solo está ocupado por alumínio trocável.

**Alumínio trocável e saturação por alumínio** - O alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ) corresponde à fração de alumínio do solo que ocupa parte do complexo de troca de cátions. É extraído e quantificado de modo semelhante ao descrito para as bases trocáveis.

A saturação por alumínio é o percentual do complexo de troca do solo que se encontra ocupado por alumínio.

**Fósforo disponível (P)** - O fósforo é um dos elementos que ocorre em menores quantidades e, especialmente nos solos de terra firme da Amazônia, constitui uma das mais significativas limitações ao crescimento das plantas. Existem diversos métodos de extração e determinação de P nos solos. Neste estudo o P disponível foi extraído por uma mistura de  $H_2SO_4 + HCl$  (extrator Mehlich-1) e quantificação colorimétrica pelo método do ácido ascórbico.

**Carbono orgânico total (COT)** - O método usado na quantificação do teor de carbono orgânico total, por meio do qual se estima a matéria orgânica do solo, foi baseado na oxidação via úmida dos compostos orgânicos e quantificação por titulometria.

### 3.2 A Composição Granulométrica

A determinação da composição granulométrica dos solos foi realizada com base na dispersão química com NaOH e, posteriormente, dispersão mecânica. A fração areia foi separada por peneiramento e as frações silte e argila pelo método da pipeta, conforme a Lei de Stokes.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: pH em água e em solução KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; bases trocáveis (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>); acidez potencial (H+Al); alumínio trocável (Al<sup>3+</sup>); fósforo disponível; carbono orgânico total; micronutrientes catiônicos (Cu, Fe, Mn e Zn) e composição granulométrica.

A partir dos resultados obtidos, foram calculados os seguintes índices: soma de bases (SB), saturação por bases (V%), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC a pH 7,0) e saturação por alumínio. Informações mais detalhadas sobre os métodos empregados na caracterização química e composição granulométrica das amostras analisadas podem ser obtidas em EMBRAPA (1997).

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Neste trabalho são apresentados apenas os resultados relativos a três dos locais avaliados, lago Aruã, comunidade Lauro Sodré, e comunidade do Baixio, os quais são representativos dos ambientes estudados. No entanto, ao longo do texto, fazem-se referências a outros ambientes no trecho, identificando-se os ditos locais.

**O pH** - Os valores de pH dos solos analisados variam, significativamente, entre os diversos locais estudados (Quadro 1). Os menores valores de pH (em média, inferior a 5,0) foram observados no Lago Aruã, indicando acidez elevada dos solos desse ambiente. Nas localidades à margem do rio Solimões, os valores de pH do solo foram mais elevados, revelando, de modo geral, acidez média nesses ambientes.

Destaca-se, todavia, que há significativa variabilidade de valores de pH em profundidade, o que pode ser observado no quadro 1, a qual é mais acentuada na camada superficial (0 a 10 cm), diminuindo em profundidade.

De modo geral, os solos mais ácidos estão associados aos locais próximos aos lagos, onde há maior influência de águas pretas, especialmente no lago de Coari, enquanto os valores mais elevados, indicando solos menos ácidos, estão associados, principalmente, aos solos das margens do rio Solimões.

**Soma de Bases e Saturação por Bases** - Os valores de soma de bases variaram significativamente entre os ambientes avaliados, alcançando valores inferiores a 0,30 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> no lago Aruã e superiores a 16 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> na comunidade do Baixio (Quadro 1). De modo geral, os valores observados são elevados. Neste caso os solos são classificados como eutróficos, excetuando-se aquele do lago Aruã, classificado como álico.

**Alumínio trocável e saturação por alumínio** - Nos solos das comunidades do Baixio e de Lauro Sodré, o alumínio trocável está praticamente ausente. Por outro lado, os solos do Lago Aruã apresentam valores muito elevados alcançando o máximo de 7,2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (Quadro 1).

Destaca-se que valores muito elevados de alumínio trocável (superiores a 1 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) podem representar um impedimento ao desenvolvimento das plantas, com restrição ao crescimento das raízes e influência no processo de absorção de nutrientes.

QUADRO 1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS AVALIADOS EM TRÊS LOCALIDADES NO TRECHO COARI-MANAUS.

Prof. cm	pH	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	COT g kg <sup>-1</sup>	P	K mg dm <sup>-3</sup>	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Fe	Zn	Mh	Cu
						mg dm <sup>-3</sup>					cmolc dm <sup>-3</sup>				%			mg dm <sup>-3</sup>		
<b>LAGO ARUÁ</b>																				
0-10	4,4	4,0	4,0	3,0	3	11	8	0,1	0,1	0,8	2,9	0,3	1,1	3,2	9,3	72	170	0,8	1,73	0,2
10-20	4,6	4,0	4,0	1,2	1	8	6	0,1	0,1	1,5	3,4	0,2	1,6	3,6	4,1	91	155	0,6	1,02	0,5
20-40	4,7	4,0	4,0	1,4	0	8	4	0,1	0,1	1,6	3,4	0,1	1,7	3,5	3,6	92	60	0,3	0,78	0,3
40-60	4,8	4,0	4,0	1,1	0	12	3	0,1	0,1	2,2	4,1	0,1	2,4	4,2	2,9	95	32	0,2	2,32	0,3
60-80	4,8	4,1	4,0	0,4	0	8	2	0,1	0,1	1,7	3,6	0,1	1,8	3,7	2,4	95	14	0,2	1,91	0,2
80-100	4,7	3,9	3,9	0,6	0	17	3	0,1	0,1	4,2	6,6	0,2	4,4	6,8	2,3	96	3	0,5	1,68	0,2
100-120	4,7	3,8	3,8	0,6	0	29	5	0,1	0,1	7,2	4,7	0,2	7,4	4,9	4	97	3	0,5	1,59	0,3
<b>LAURO SODRÉ</b>																				
0-10	5,0	4,4	4,4	9,7	104	166	20	9,7	2,2	0,2	5,4	12,4	12,6	17,8	69	2	323	6,7	124	4,7
10-20	5,8	5,0	5,0	5,6	102	76	23	9,2	1,8	0,0	3,2	11,3	11,3	14,4	78	0	242	6,4	132	4,1
20-40	5,8	5,0	5,0	4,4	121	40	25	9,4	1,9	0,0	2,8	11,6	11,6	14,4	80	0	227	6,6	123	4,1
40-60	5,8	5,0	5,0	6,0	109	44	28	11,6	2,6	0,0	3,1	14,5	14,5	17,6	82	0	180	6,4	91,2	4,3
60-80	5,6	4,8	4,6	4,6	97	55	28	11,1	2,8	0,0	3,5	14,2	14,3	17,7	80	0	159	5,8	75,9	4,5
80-100	6,0	5,0	5,0	3,1	137	54	24	9,5	2,4	0,0	2,5	12,1	12,1	14,5	83	0	166	4,6	63	3,3
100-120	6,0	5,0	5,0	4,6	138	73	28	10,5	2,8	0,0	3,1	13,6	13,6	16,6	82	0	172	5,9	87,5	4,2
<b>BAIXIO</b>																				
0-10	5,8	5,3	5,3	9,3	90	101	29	10,3	1,9	0,0	3,6	12,5	12,5	16,2	78	0	597	8,2	313	5,4
10-20	5,2	5,0	5,0	9,9	90	71	35	13,3	2,4	0,1	4,4	16,0	16,1	20,5	78	0	575	10,0	284	5,8
20-40	4,8	4,5	4,5	9,2	105	65	41	13,3	2,7	0,3	5,5	16,4	16,7	21,8	75	2	362	10,0	197	5,4
40-60	4,8	4,3	4,3	7,7	112	71	43	11,4	2,5	0,5	5,7	14,2	14,7	19,9	71	3	325	9,3	159	5,0
60-80	6,5	5,8	5,8	1,4	116	46	33	7,6	1,4	0,0	1,7	9,3	9,34	11,0	85	0	326	6,4	105	2,7
80-100	5,9	5,7	5,7	3,2	145	49	38	3,2	0,6	0,0	4,0	4,1	4,11	8,1	50	0	303	8,4	152	3,9
100-120	5,3	5,0	5,0	8,2	106	85	36	12,8	2,9	0,0	5,7	16,0	16,1	21,8	74	0	493	10,4	247	5,6

pH – pH determinado em água; COT – Carbono Orgânico Total; SB – Soma de Bases; t – Capacidade de Troca de Cátions; T – Capacidade de Troca de Cátions a pH 7,0; V – Saturação por Bases; m – Saturação por Alumínio.

A saturação por alumínio, em geral, foi baixa nos solos analisados. No entanto, no lago Aruã e na comunidade do Buiuçuzinho (dados não apresentados), a saturação por alumínio apresentou valores muito elevados, caracterizando solos álicos.

**Fósforo disponível (P)** - De modo geral, os teores de P nos solos das comunidades Baixo e Lauro Sodré, às margens do rio Solimões, foram superiores a  $90 \text{ mg kg}^{-1}$ , que constituem valores muito elevados desse nutriente. No lago Aruã, os teores de P não superaram  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ , sendo considerados muito baixos (Quadro 1).

Para fins de comparação, destaca-se que os solos mais intemperizados de terra firme da Amazônia, apresentam, via de regra, teores de P inferiores a  $5 \text{ mg kg}^{-1}$ , constituindo uma das mais significativas limitações ao crescimento das plantas.

**Carbono orgânico total (COT) e matéria orgânica do solo** - Os teores de COT nos solos analisados são considerados baixos nos solos das comunidades às margens do rio Solimões, em geral inferiores a  $10 \text{ g kg}^{-1}$  e muito baixos no solo do lago Aruã (Quadro 1).

A pobreza em matéria orgânica desses solos é atribuída à natureza essencialmente mineral dos sedimentos ali depositados.

Deve-se destacar, no entanto, que existem entre os solos de várzea outros mais ricos em matéria orgânica, os quais estão associados às áreas mais rebaixadas da várzea, que permanecem freqüentemente saturadas por água, não se prestando ao uso agrícola.

**Composição granulométrica** - Foram observados teores muito elevados de silte nos solos das margens do rio Solimões, em geral superiores a  $500 \text{ g kg}^{-1}$ . No solo do lago Aruã, a fração mais abundante observada foi a areia (teores em geral maiores do que  $500 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Quadro 2).

Diante desses resultados os solos da margem do rio Solimões foram considerados solos siltosos, enquanto aquele do lago Aruã foi considerado arenoso.

Teores elevados de silte são reflexos da natureza incipiente desses solos. Isto é, os solos às margens do rio Solimões são solos novos, formados a partir de sedimentos recentemente depositados e que se renovam anualmente com a deposição de novos sedimentos a cada ciclo de cheia dos rios da região.

A natureza sedimentar recente dos solos de várzea, em geral, resulta em grande variabilidade granulométrica, tanto horizontalmente quanto verticalmente, o que pode ser observado a partir dos valores de composição granulométrica apresentados no Quadro 2.



QUADRO 2. COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS ANALISADOS EM TRÊS LOCALIDADES NO TRECHO COARI-MANAUS.

PROFUNDIDADE	AREIA	SILTE	ARGILA
cm	g kg-1		
<b>LAGO ARUÁ - COARI</b>			
0 - 10	877	81	42
10 - 20	748	154	98
20 - 40	674	194	133
40 - 60	622	220	157
60 - 80	732	165	102
80 - 100	533	261	206
100 - 120	312	349	340
<b>LAURO SODRÉ - COARI</b>			
0 - 10	73	678	248
10 - 20	202	593	204
20 - 40	231	593	176
40 - 60	140	632	227
60 - 80	156	622	222
80 - 100	334	506	161
100 - 120	171	628	201
<b>BAIXIO - IRANDUBA</b>			
0 - 10	35	732	233
10 - 20	24	728	248
20 - 40	18	703	279
40 - 60	73	674	252
60 - 80	671	252	77
80 - 100	463	411	126
100 - 120	87	655	258

## REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro. 212p.
- RESENDE, M., CURTI, N., REZENDE, S.B., CORR A, G.F. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338p.



# ALGUNS ATRIBUTOS LIMNOLÓGICOS

Assad Jose Darwich  
Luis Fernando Alves  
Pedro Augusto Soarez Mera

## 1. CONTEXTO

A classificação mais aceita dos rios amazônicos foi construída por Sioli (1984) e Junk & Furch (1985), usando como principais critérios a origem e o processo evolutivo da bacia, além da coloração e da composição química das águas. Entretanto, não existem fronteiras claras entre esses tipos de ambientes aquáticos e os parâmetros limnológicos apresentam gradientes entre um tipo e o outro, as quais devem ser considerados na interpretação das informações obtidas e no estabelecimento de valores de referência para a qualidade das águas da bacia amazônica.

Os rios de águas brancas são originários dos Andes e da região pré-Andina. Suas águas são turbidas e ricas em material dissolvido. O pH é próximo ao neutro e a condutividade elétrica no rio Amazonas, nas proximidades de Manaus, oscila em torno de  $60 \text{ mS.cm}^{-1}$ . A transparência no canal dos rios é de, aproximadamente, 40cm. São águas

férteis, com elevada capacidade de trocas iônicas. Exemplos desse tipo de água são os rios Amazonas, Madeira, Juruá e Purus.

Os grandes rios de águas claras, como Xingu, Tapajós e Tocantins, drenam os antigos escudos Guianenses, quando apresentam suas nascentes ao norte da bacia, e Brasileiro, quando nascem na porção sul. Esses rios exibem águas muito transparentes, com baixa carga de material orgânico e inorgânico em suspensão. Apresentam alta variabilidade quanto à composição química de suas águas, mas assumem uma posição intermediária entre os rios de águas brancas e os rios de águas pretas. Geralmente, os rios de águas pretas, como o Negro, o Uatumã e o Nhamundá, drenam solos podzólicos. São cursos d'água pobres em sólidos e minerais em suspensão. As águas são transparentes, mas ricas em compostos orgânicos e apresentam forte acidez. O rio Negro, nas proximidades de Manaus, apresenta condutividade elétrica entre 10 e 15mS.cm<sup>-1</sup>, pH próximo a 4,5 e transparência de 1,5 a 2m.

A tabela 1 fornece informações gerais das características físicas e químicas dos tipos de águas da Amazônia, com base em dados da literatura, que podem servir como referência para dados amostrais.

TABELA 1. COMPARAÇÃO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS TRÊS PRINCIPAIS TIPOS DE RIOS E SUAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO NA AMAZÔNIA.

PARÂMETROS	TIPOS DE ÁGUA		
	ÁGUAS BRANCAS	ÁGUAS PRETAS	ÁGUAS CLARAS
Cor	Ocre	Marrom-oliva ou marron-café	Verde ou verde-oliva
Transparência no disco de Secchi	1,0-0,5n	1,3-2,9m	1,1-4,3m
Geomorfologia/Origem (2) superfície terrestre	Encosta de montanhas, região Andina ou pré-Andina	Relevo plano da superfície da Terra (Archean lowlands)	Relevo plano dos Escudos Brasileiro e das Guianas
Sedimentos (g/litro) (3)	0,08-0,40	-	0,02-0,1
Conteúdo húmico (miligramas/ litro) (4)	14,1	26,6	2,3
pH da água (2)	6,2-7,2	3,8-4,9	4,5-7,8
Nutrientes inorgânicos (5,6)	Rico	Pobre	Variável
Cobertura vegetal da área de inundação (2,7)	Várzea e campos de várzea	Caatingas e igapós	Igapós e campos de cerrado
Exemplos de rios (2,1,6)	Amazonas, Madeira, Purus e Solimões	Negro, Jutai	Araguais, Jari, Tapajós, Xingu

FONTES: 1) Sioli, 1975; 2) Sioli, 1984; 3) Irion, 1984; 4) Schmidt, 1972; 5) Junk, 1984; 6) Furch, 1984; 7) Prance, 1978.

A área de limnologia do projeto Piatam efetua amostragens trimestrais no trecho médio-inferior do rio Solimões, um típico rio de águas brancas que drena a bacia no sentido oeste-leste, abrangendo sempre um dos marcantes períodos do ciclo hidrológico amazônico: enchente, cheia, vazante e seca. Os dados se referem às amostragens efetuadas nos anos de 2004, 2005 e 2006 e têm como objetivo fornecer uma linha de base para monitoramento.

## 2. CONSTRUÇÃO

Os indicadores aqui apresentados resultam da análise dos dados coletados nas excursões-padrão do Projeto, que estão armazenados na Base de Dados Integrada Piatam.

### 2.1 Classificação de Atividades

A classificação de atividades permite agrupar diversas variáveis, abrangendo os aspectos físicos, físico-químicos e químicos dentro dos períodos hidrológicos ou ainda segundo sua natureza.

**Unidade cadastral:**

Lagos de várzea.

**Âmbito:**

Os locais de coleta correspondem a lagos de várzea situados ao longo do trecho fluvial do rio Solimões entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas, e cobre as nove comunidades estudadas pelo projeto Piatam: Santa Luzia, no município de Iranduba; Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré e Bom Jesus, no município de Manacapuru; Santo Antônio, no município de Anori; Matrinxã, no município de Codajás; e Lauro Sodré, Esperança II e Santa Luzia, no município de Coari.

## 3. MÉTODOS PARA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR

O método das operações de coleta e determinações analíticas teve por base as recomendações do Programa Biológico Internacional para ambientes aquáticos.

### 3.1 Variáveis Físicas, Físico-Químicas e Químicas

A **transparência** (m) foi determinada usando-se um disco de Secchi branco, de aproximadamente 30 cm de diâmetro.

A **temperatura** (°C) e a concentração de **oxigênio dissolvido** (mg/L) foram avaliadas simultaneamente com oxímetro portátil WTW ProfiLine Oxi197, equipado com sensor (compensado para temperatura) acoplado a um agitador subaquático, modelo BR325 e cabo de 25 m. A distribuição vertical da condutividade elétrica foi medida com

condutímetro portátil WTW, modelo ProfiLine LF197, equipado com sensor acoplado a um cabo de 25 m; os dados foram expressos na temperatura padrão de 25°C ( $mS_{25}/cm$ ). A distribuição vertical do potencial hidrogeniônico (pH) será medida com potenciômetro portátil WTW ProfiLine pH197, equipado com sensor acoplado a um cabo de 25 m.

A **d demanda bioquímica de oxigênio**, DBO (mg/L), foi determinada por meio da incubação, por cinco dias, seguida de análise dos teores de oxigênio, o qual foi estimado pelo método tritrimétrico de Winkler modificado.

## 4. RESULTADOS ALCANÇANDOS

Os valores de referência para as variáveis físicas e químicas foram:

**Transparência** - Apesar de uma grande variabilidade nas medidas, foi observada uma tendência de maiores transparências no período de cheia (Figura 1), principalmente no lago Aruã. Esse padrão de maiores transparências no lago Aruã foi predominante em todas as fases do ciclo hidrológico, principalmente para a época de cheia, possivelmente por se tratar de um lago de *ria*, formado pelo barramento do rio Urucu (Figura 1). Por outro lado, os menores valores de transparência foram observados nos lagos Iauara e Ananá, típicos lagos de várzea baixa, submetidos a forte influência do rio Solimões.

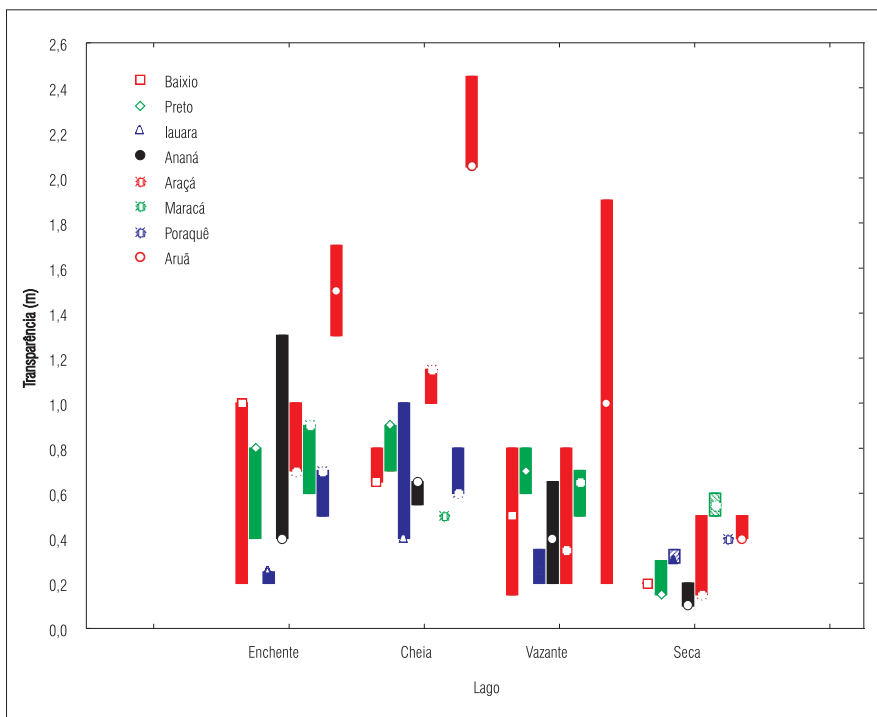


FIGURA 1. MEDIANAS E DESVIOS DAS MEDIDAS DE TRANSPARÊNCIA (METROS) MEDIDOS PARA OS LAGOS AMOSTRADOS PELO PROJETO PIATAM - SEGUNDO A ÉPOCA DO ANO.

**Temperatura** - Em que pese a pequena variabilidade, característica de ambientes tropicais, foi possível observar algumas tendências na variação desse parâmetro ao longo do ciclo hidrológico. As medidas de temperatura dos períodos de vazante e seca foram consistentemente maiores do que aquelas observadas nas demais fases do ciclo hidrológico (Figura 2). Nesse período também é observada uma maior variabilidade nos dados (Figura 2). O padrão é relativamente consistente em todos os lagos amostrados, demonstrando a influência do ciclo hidrológico sobre esta variável.

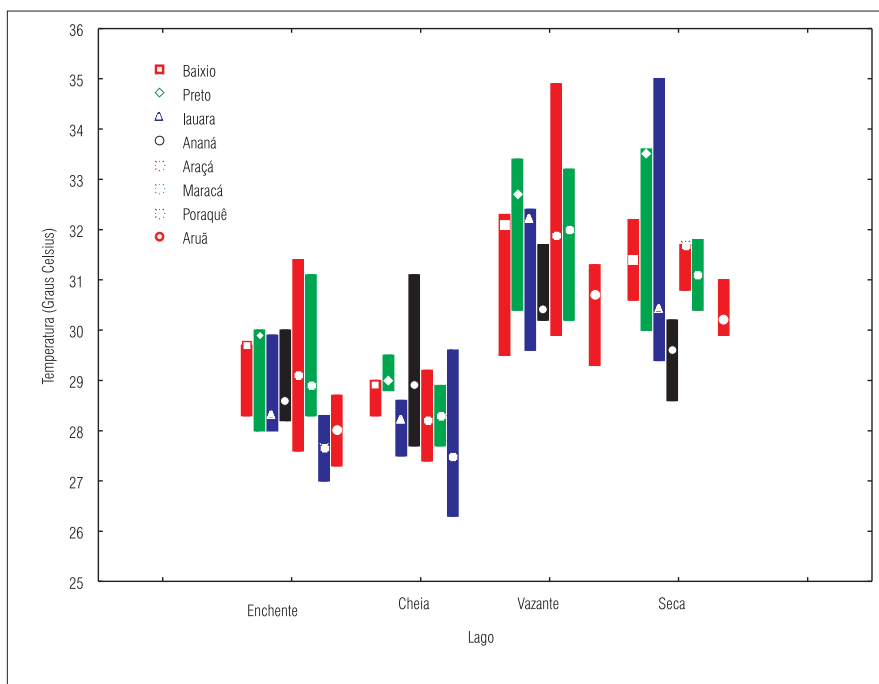


FIGURA 2. MEDIANAS E DESVIOS DAS MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C), OBTIDOS PARA OS LAGOS AMOSTRADOS PELO PROJETO PIATAM - SEGUNDO A ÉPOCA DO ANO.

**Oxigênio Dissolvido** - As medidas de oxigênio dissolvido foram mais homogêneas e consistentemente menores no período cheia (Figura 3), provavelmente em razão de uma marcada estratificação na coluna d'água. As águas dos lagos também apresentaram baixas concentrações durante o período de cheia, entretanto com maior variabilidade (Figura 3), possivelmente em função da entrada da água do rio. Os dados dos períodos de vazante e seca apresentaram grande variabilidade (Figura 3), resultante, provavelmente, da ocorrência de movimentos constantes induzidos pela saída de água em direção ao canal principal do rio Solimões e pela ação dos ventos. Deve ser salientado que as amostragens dos períodos de vazante e seca tiveram problemas logísticos que podem ter contribuído para a variabilidade observada.

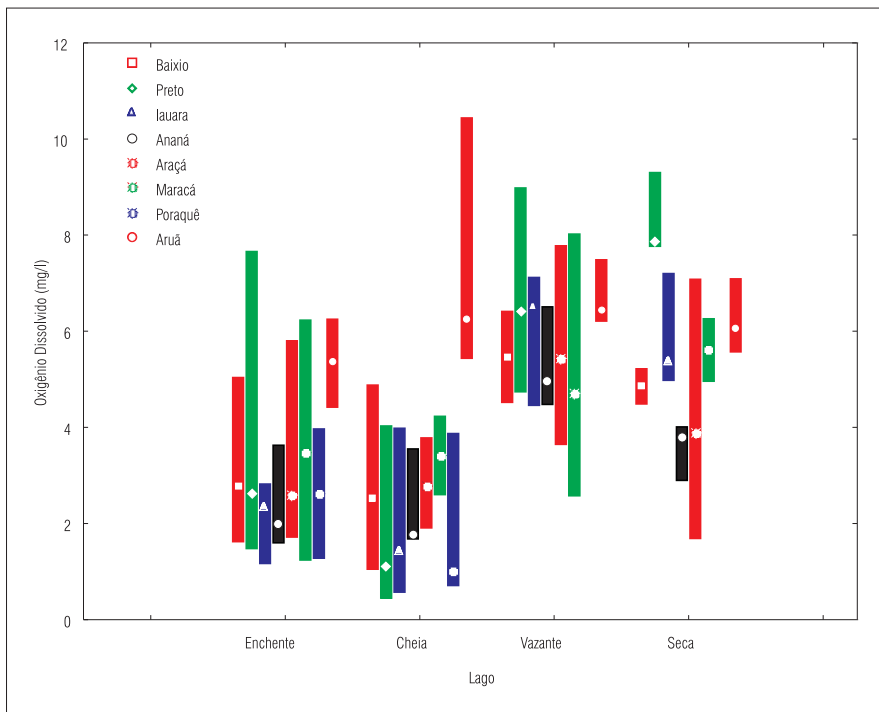


FIGURA 3. MEDIANAS E DESVIOS DAS OBSERVAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (MG/L), MEDIDAS PARA OS LAGOS AMOSTRADOS PELO PROJETO PIATAM - SEGUNDO A ÉPOCA DO ANO.

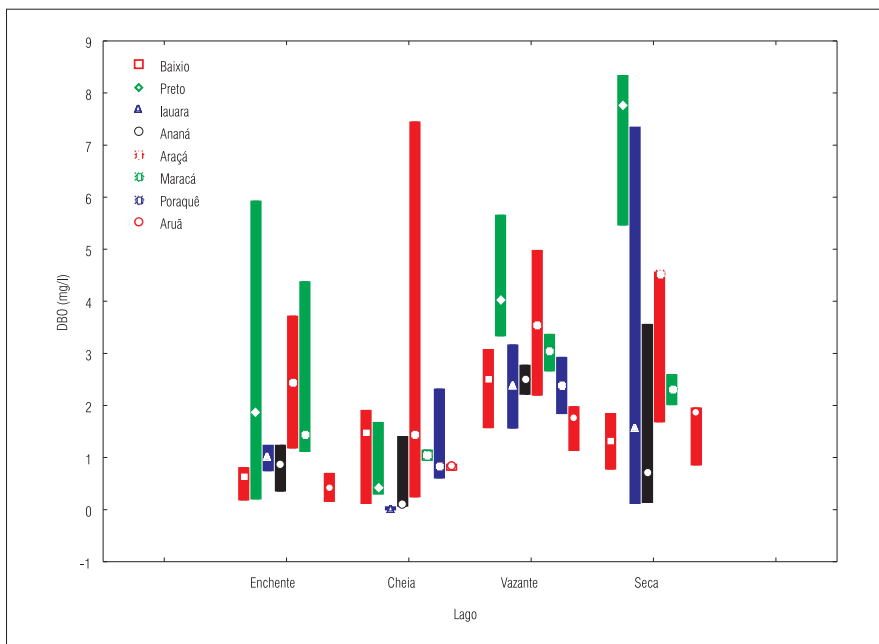


FIGURA 4. MEDIANA E DESVIOS DAS ESTIMATIVAS DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO), OBTIDAS PARA OS LAGOS AMOSTRADOS PELO PROJETO PIATAM - SEGUNDO A ÉPOCA DO ANO.



**Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** - As estimativas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentaram variabilidade muito alta, em particular nos lagos Preto, Araçá, Maracá e Poraquê (Figura 4). No lago do Baixio, esta variável apresentou relativa estabilidade ao longo do ciclo hidrológico (Figura 4).

## REFERÊNCIAS

FURCH, B. Untersuchungen zur Unberscgwemmungs-toleranz vn Baumen de varzea un dês Igapo. *Blattpigmente*, 19: 77-83. 1984.

IRION, G. "Quaternary geological history of the Amazon lowlands." In: *In the Amazon*. Ed.: H Sioli. Dordrecht: Junk, 201-214. 1984.

JUNK, W. J. "Ecology, fisheries and fish culture in Amazonia." In: *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Ed.: H. Sioli. W. Junk Publications, Netherlands, 443-476. 1984.

JUNK, W.J. e FURCH, K. "The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota." In: *Key Environments AMAZONIANA*. Eds.: G. T. Prance e T. E. Lovejoy. Pergamon Press. 1985.

PRANCE, G. T. "Notes on the vegetation of Amazonia III: the terminology of Amazon forest types subject to inundation." *Brittania*, New York, v. 31, p. 26-38, 1979.

SCHMIDT, G.W. Amounts of suspended solids and dissolved substances in the middle reaches of the course of the one year (August 1969 – July 1970). *Amazoniana*, 3: 208-223. 1972

SIOLI, H. "Tropical rivers as an expression of their terrestrial environment." In: *Tropical Ecological Systems*. Eds.: F.B. Golly e E. Medina. Springer-Verlag, New York. p. 275-288.1975.

SIOLI, H. "The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types" In: *The Amazon: Limnologyand Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Ed.: H. Sioli Monographiae Biologicae.Dordrecht, The Netherlands: Dr. W. Junk Publ. 127-165. 1984.





## **PARTE V**

---

## **CONCLUSÃO**



# O SISTEMA DE INDICADORES DO PIATAM E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENTENDIMENTO DA AMAZÔNIA

Alexandre Rivas  
Kátia Viana Cavalcante  
Carlos Edwar de C. Freitas

## 1. INTRODUÇÃO

Como foi visto no primeiro capítulo desta obra, há várias definições e visões sobre os indicadores. Brouwer et. al (2003) apresentam a idéia de que, contrariamente à idéia de uma medição precisa, indicadores apontam para o estado ou condição que é considerada relevante para um fenômeno de interesse mais geral, mas que não pode ser medido diretamente, por razões de pouco entendimento científico sobre o assunto, inconveniência ou falta de recursos. Não obstante todas essas elaboradas definições de indicadores, Carvalho (2006) apresenta aquela que norteou este trabalho, ou seja:

*O indicador é uma representação didática da realidade*

A adoção desse norte se deve ao fato da definição em si expressar a clareza e a simplicidade que se busca. Obviamente, não se teve sucesso pleno em razão de existirem

alguns indicadores que necessitam de maior elaboração para poderem representar o que se propõem. Porém, o que é importante levar-se em conta é que os indicadores utilizados aqui são resultados de um esforço de uma grande equipe de pesquisadores que tentou prover indicações quantificáveis sobre condições ambientais e sociais de uma importante área do Estado do Amazonas. Assim, os indicadores apresentados mostram o estado do ambiente num certo momento do tempo, o tempo de referência do Pitam, o  $t_0$ . Dessa maneira, eles representam apenas o início concreto de um processo, que deverá analisar as suas variações ao longo do tempo. Essas análises produzirão informações relevantes sobre mudanças de estado, bem como taxas de mudança do ambiente, da economia e das populações humanas estudadas. Como quantificar, com precisão, nem sempre é tarefa trivial, o trabalho também apresenta indicadores ou atributos qualitativos ou descritivos.

Os indicadores apresentados procuram explicitar os fundamentos analíticos da melhor maneira possível. Todos os pesquisadores envolvidos têm profundo conhecimento da realidade dos sistemas e das áreas de estudos consideradas. O trabalho desenvolvido proporcionou aos pesquisadores a possibilidade de experimentarem a prática da interdisciplinaridade e, assim, desenvolverem novas habilidades para o desenvolvimento de suas pesquisas e, conseqüentemente, de seus indicadores.

Do ponto de vista científico, buscou-se o rigor do método. Seria muito pretensioso afirmar que o método levou os pesquisadores a atingir plenamente os objetivos estabelecidos, mas, com certeza, na tradição de Descartes (2003) em sua Regra V, os balizou;

*Todo o método consiste na ordem e disposição das coisas, para as quais é necessário dirigir a agudeza do espírito para descobrir a verdade. Observaremos isto fielmente, se reduzirmos gradualmente as proposições complicadas e obscuras a outras mais simples, e se depois, partindo da intuição das mais simples, tentar nos elevar pelos mesmos graus ao conhecimento de todas as outras.*

## 2. A CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE INDICADORES

Para se entender as proposições complicadas, é necessário reduzi-las a algo mais simples. O Pitam buscou entender a complexidade por meio da construção de indicadores e atributos que possibilitarão a construção de análises mais complexas e completas da realidade social e ambiental da área de estudo no futuro. Para realizar o primeiro passo, utilizou-se a lógica metodológica apresentada na Figura 1.

**Versão do Projeto  
(ano)**

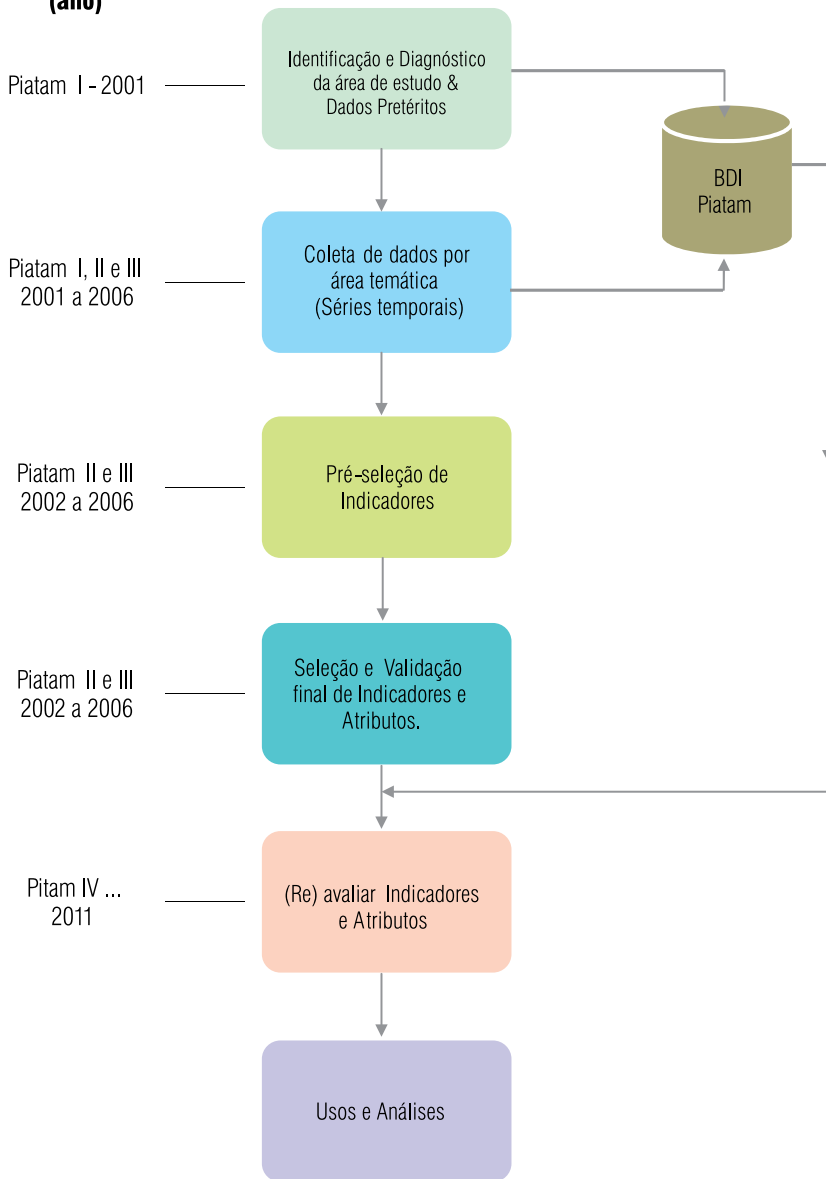


FIGURA 1. DIAGRAMA METODOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE INDICADORES DO PIATAM.

A figura mostra, na coluna da esquerda, a versão do projeto Piatam em que as atividades ocorreram, bem como o respectivo ano ou período. À direita é mostrado o fluxo de atividades executadas ou a serem executadas. Inicialmente, foram identificadas as áreas que seriam estudadas pelo Projeto. Os critérios utilizados foram técnicos (risco de navegação), ambientais (tipos de ambientes, sensibilidade) e sociais (presença de comunidades e tipos de atividades econômicas). A partir dessa definição, as áreas temáticas iniciaram seus trabalhos de caracterização socioambiental. Toda informação e dados pré-existentes foram levantados e, onde foi possível, incorporadas à Base de Dados Integrada – BDI-Piatam.

A partir da definição dos protocolos metodológicos de cada área temática, o Piatam iniciou a coleta de dados através das excursões - padrão. Os dados primários coletados são armazenados na BDI-Piatam consolidados em um grande repositório de dados socioambientais.

A etapa seguinte do processo de construção foi a pré-seleção de um grupo de 23 indicadores. Essa pré-seleção serviu para orientar, ajustar alguns métodos e começar a experimentar tudo o que já tinha sido feito até aquele momento. Nisso considerou-se: a pertinência dos dados, as deficiências, a representatividade interdisciplinar dos indicadores e a sua factibilidade. Ainda nesse processo de construção dos indicadores, ocorrem em outro momento a seleção e a validação final desses. A partir daí, passou-se a utilizar novamente a BDI para construir os indicadores e atributos. A próxima etapa diz respeito à avaliação e à reavaliação do sistema de indicadores. Esse ponto será discutido mais à frente.

Antecipa-se que o Sistema de Indicadores Piatam (SIP) terá uma grande utilidade para a ciência e agências governamentais. Para a ciência, a construção desses indicadores estabelece um desafio que é o de buscar expressar didaticamente uma realidade altamente complexa por meio de signos que mostrem, não só um ponto específico dessa realidade, mas também o seu estado. Para as agências de governo ou outras esferas do Poder Público, os indicadores serão úteis para a construção de políticas públicas, controle ambiental e referências para ações compensatórias de qualquer tipo de empreendimento ou política que tenha impacto sobre o meio ambiente e a qualidade de vida das populações da área de estudo.



### 3. SÍNTESE DOS INDICADORES

Este livro apresenta, basicamente, três blocos de indicadores: um, relativo ao meio socioeconômico, outro ao meio biótico e, um último, relativo ao meio físico. São, ao todo, 57 indicadores e atributos distribuídos de acordo com a tabela abaixo:

TABELA 1. NÚMERO DE INDICADORES, SUB-INDICADORES E ATRIBUTOS CONSTRUÍDOS PELO PIATAM.

MEIO.	INDICADORES	SUB-INDICADORES	ATRIBUTOS	TOTAL
Socioeconômico	10	3	1	14
Biótico	21	11	1	33
Físico	-	-	10	10
Total	31	14	12	57

Uma análise sistêmica ainda não é possível neste momento. Contudo, é importante realçar, inicialmente, que todos os indicadores e atributos apresentados constituem a linha de base para as análises que serão desenvolvidas nas próximas fases do Projeto.

#### 3.1 Meio Socioeconômico

De maneira simplificada, a área socioeconômica apresentou três tipos de indicadores. O primeiro foi relacionado às atividades produtivas das comunidades estudadas. O segundo tipo foi relativo às condições de renda e bem-estar social, observando-se alguns aspectos macro das comunidades, como o desenvolvimento humano e cidadania. Por fim, os indicadores sobre malária mostram um pouco da dimensão saúde.

Os indicadores da área agrícola apresentam valores sobre diversidade, riqueza e área média cultivada. A manutenção da série histórica gerará condições para uma análise mais aprofundada desses indicadores. O indicador relacionado à produção pesqueira fornece valiosa informação sobre essa atividade. Para se ter melhor noção sobre sua importância, essa produção pesqueira deverá ser analisada conjuntamente com indicadores de outras áreas, o que proporcionará uma avaliação mais apropriada da importância da pesca para essas comunidades.

Em relação ao bem-estar, os indicadores apresentados são úteis para avaliar as condições da área de estudo. Um desses indicadores é o Índice de Desenvolvimento, que foi construído seguindo as mesmas etapas metodológicas do Índice de Desenvolvimento Humano, o IDH. Embora os autores realcem que, por razões técnicas, ele não seja comparável a este último, o indicador informa que, no geral, o desenvolvimento das populações é considerado médio. Porém, comparando-se este com o Índice de Cidadania, observa-se que este bem-estar é frágil porque, na média, o nível de cidadania é baixo. A análise mais aprofundada desses indicadores, associada a outras informações, fornecerá melhor entendimento sobre o bem-estar dessas comunidades. Comparando-se, por exemplo esses indicadores com os índices de indigência e pobreza, é possível se ter melhor noção da magnitude e das causas das deficiências no bem-estar social.

Uma informação importante para fins de comparação de produção da riqueza foi a evolução dos *royalties* repassados aos municípios onde se localizam as comunidades

estudadas pelo Piatam. Observa-se que, tanto em termos reais quanto nominais, no período de 1999 a 2006, houve um crescimento, quase constante, desses repasses. Uma comparação do volume monetário desses *royalties* com os outros indicadores socioeconômicos apresentados pode fornecer informações acerca de questões de justiça social e distribuição da riqueza gerada nos municípios beneficiados.

A malária é uma doença tropical que leva as autoridades sanitárias a desenvolver em ações de prevenção e combate de maneira crônica. Os indicadores entomológicos e o risco de transmissão da malária são propriamente abordados por dois indicadores, o de atração por homem/hora e o índice de larvas por homem/hora. Além da enorme contribuição para o monitoramento constante da doença, sua análise, em conjunto com outros temas, demonstra-se extremamente útil na sua prevenção.

## 3.2 Meio Biótico

O meio biótico foi o que apresentou o maior número de indicadores. Nesse meio, quatro foram os principais temas: peixes, entomologia, flora e macrófitas aquáticas. A quantidade de subtemas relativos aos peixes mostra bem o grau de estruturação da área temática no Projeto.

Os indicadores biológicos da ictiofauna procuram representar a biodiversidade de peixes nos ambientes aquáticos da área. A abordagem, neste caso, é no nível das comunidades, buscando compreender e refletir através deste importante grupo taxonômico uma idéia da biodiversidade amazônica. Os indicadores relativos à presença de larvas de peixes são bastante interessantes por apontarem claramente os períodos e áreas sensíveis para essas larvas. Esse tipo de informação é de extrema importância para a construção de mapas de sensibilidade e de orientação no caso de contingências. Os indicadores ecotoxicológicos para peixes apontam que dois deles podem ser utilizados para avaliar as populações de interesse, enquanto que os três remanescentes são úteis para avaliações individuais. Essa avaliação toxicológica contribui de maneira importante por chegar ao nível genético, gerando informações importantes também para casos crônicos de derreamentos (por exemplo, pequenos derramamentos que acontecem por longos períodos). O status atual do nível toxicológico permite ter o  $t_0$  neste caso, pois os resultados apontam um tipo de metal não proveniente do petróleo.

No que tange à Entomofauna, o aspecto mais relevante de seus três indicadores é que evidenciam que é possível estabelecer correlações entre essa entomofauna e a diversidade florística da área estudada. Essa é uma informação importante porque evidencia a necessidade de se ampliar os indicadores da Flora para além dos dois apresentados. Isso deve ser feito no sentido de se buscar maiores evidências das relações entre os dois temas. Não obstante essa necessidade, os dois indicadores-síntese e os onze subindicadores da fauna expuseram propriamente a questão do estado do ambiente à das pressões que existem para alterá-lo. Ao longo do tempo, será possível observar a evolução desses indicadores e obter valiosas informações.

### 3.3 Meio Físico

O meio físico é onde a vida se desenvolve. O conhecimento detalhado acerca das características físicas dos solos ajudará a entender como as populações humanas se distribuem sobre ele em razão de ser o substrato para a produção de alimentos. Foram apresentados nesse tema sete atributos químicos e a composição granulométrica dos solos.

Em relação à água, foram usadas variáveis físicas e químicas chaves para o sistema, com a finalidade de facilitar processos de interação em análises conjuntas com indicadores de outras áreas temáticas. Além disso, a representação por variáveis que podem ser medidas diretamente no sistema ou com pouco esforço laboratorial facilitará o monitoramento da qualidade do sistema através desse importante componente da paisagem.

## 4. PRÓXIMOS PASSOS

Os indicadores apresentados representam um momento bastante significativo de todo o esforço científico desenvolvido pelo Piatam. O referencial perseguido desde sua criação é delineado com bastante clareza e objetividade. Agora existe uma linha de base em relação a qual poderá ser observado como o meio ambiente reage às diferentes forças e pressões que existem entre os sistemas social, econômico e natural. Considerando-se que as informações disponibilizadas correspondem a um trecho de aproximadamente 400 km de extensão ao longo do rio Solimões e que esse trecho representa um importante segmento para a economia do Estado, espera-se que o trabalho sirva de referência para outras ações importantes que precisam ser desenvolvidas em outras áreas da Amazônia, tanto brasileira quanto a internacional.

Embora este seja um passo importante e necessário, resultados melhores, mais completos e densos só serão obtidos a partir de análises mais elaboradas. Essas análises deverão ser intra e interindicadores e dos tipos *cross-section*, temporal e de painel. As análises do primeiro tipo deverão ser feitas observando-se os indicadores num mesmo ponto no tempo. Por exemplo, é muito importante relacionar indicadores de diferentes temas para avaliar qual relação ou relações existem entre eles. As análises temporais, por sua vez, devem, como o próprio nome diz, considerar as unidades estudadas, os indicadores, ao longo do tempo. Normalmente, análises temporais requerem uma grande quantidade de dados. A última maneira de se estudar os indicadores é por meio do desenvolvimento de painéis, onde, tanto informações *cross-section* quanto de séries temporais são analisadas ao mesmo tempo. É possível que muitos resultados interessantes para o entendimento do funcionamento dos diferentes sistemas analisados sejam obtidos.

Do ponto de vista da aplicação dos resultados alcançados, há um espaço muito grande para utilizá-los na gestão ambiental da indústria do petróleo, bem como outras atividades econômicas e políticas públicas.

Finalmente, é importante ratificar que a tentativa do Piatam foi a de explicar didaticamente a realidade. No entanto, dada a limitada capacidade de entender as complexas relações existentes na natureza e dessa para com o ser humano e suas

atividades, deverá ser desenvolvido, por parte do Piatam, um esforço permanente para avaliar, criticar e propor novos indicadores que venham o ajudar a melhor entender esse fantástico ecossistema que é a Amazônia e sua gente.

## REFERÊNCIAS

BROUWER, R.;CROOKS S;TURNER R.K. Environmental Indicators and Sustainable Wetland Management. In: Managing Wetlands: and Ecological Economics Approach. R. K. Turner, J. C.J.M van den Bergh e R. Brouwer (editores). Edward Elgar Publishing Limited. U.K. 2003.

CARVALHO, N. C. de. Comunicação Pessoal: junho de 2004. Manaus, AM.

DESCARTES, R. Discurso do Método Regras para a Direção do Espírito. Coleção a Obra-Prima de cada Autor. Ed. Martin Claret. São Paulo, SP. 2003.



## BIOGRAFIA DOS AUTORES

---





### **KÁTIA VIANA CAVALCANTE**

Professora da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Doutoranda em Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB, desenvolve estudos na área de gestão ambiental, gestão do conhecimento e da informação. Email: [kcavalcante@ufam.edu.br](mailto:kcavalcante@ufam.edu.br)

### **CARLOS EDUAR DE CARVALHO FREITAS**

Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP), Professor Titular da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, professor credenciado nos cursos de mestrado e doutorado de Ciências Pesqueiras nos Trópicos - CIPET/UFAM e de Biologia de Água Doce e Pesca Interior - INPA, Membro da Linnean Society of London e Bolsista em Produtividade do CNPq. Desenvolve estudos e orienta alunos de graduação e pós-graduação nas áreas de ecologia de peixes e pesca interior. Email: [cefreitas@ufam.edu.br](mailto:cefreitas@ufam.edu.br)

### **ALEXANDRE RIVAS**

Engenheiro de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Finanças Públicas e Doutor em Economia Ambiental, ambos pela University of Tennessee System (EUA) e pós-doutor em Economia na Washington and Lee University (EUA). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Amazonas – UFAM e professor associado da Washington and Lee University (EUA). Economista Emérito pelo Conselho Regional de Economia do Estado do Amazonas. Atua, principalmente, na área de Economia Ambiental e dos Recursos Naturais nos seguintes temas: valoração ambiental e dos serviços ambientais, gestão de recursos pesqueiros, análise de impactos ambientais de grandes projetos e estudos econômicos e ambientais sobre o Pólo Industrial de Manaus. Email: [alex.rivas@piatam.org.br](mailto:alex.rivas@piatam.org.br)

### **RENATA REIS MOURÃO**

Economista pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), mestre pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Atualmente é pesquisadora do núcleo de socioeconomia do Projeto Piatam e atua, principalmente, na área de Economia, voltada aos recursos naturais, populações ribeirinhas e análises de impactos ambientais de projetos. Email: [renata.mourao@piatam.org.br](mailto:renata.mourao@piatam.org.br)

### **CLAUDIA A. TOCANTINS**

Engenheira de Sistemas na Atech Negócios em Tecnologia S/A. É formada em Engenharia de Computação e é Mestre em Ciência da Computação pela PUC-Rio. Tem 18 anos de experiência na concepção, análise e projeto de sistemas de software nas áreas de vigilância, gestão ambiental, banco de dados e gestão de redes, sendo 12 anos como líder de equipes de desenvolvimento de software em times multidisciplinares no Brasil e no exterior. Domina técnicas de análise e projeto orientados a objetos e sistemas de qualidade e melhoria do processo de desenvolvimento de software. É Gerente de Projetos, certificada PMP pelo PMI desde 2007 e é atualmente Diretora de Certificação do PMI-AM. E-mail: [catoca@gmail.com](mailto:catoca@gmail.com)

---

Este livro foi composto pela Reggo Edições,  
para o Piatam-UFAM, em Oficina Sans Book  
e impresso sobre papel couché 90g/m<sup>2</sup> pela  
Gráfica Moderna em fevereiro de 2011.