

Universidade do Estado do Pará  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Sarah Suely Alves Batalha

**INDICADORES HÍDRICOS PARA SUBSIDIAR  
ESTRATÉGIAS CONSERVACIONISTAS NA FLORESTA  
NACIONAL DO TAPAJÓS E SEU ENTORNO**

Belém  
2014

Universidade do Estado do Pará  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Sarah Suely Alves Batalha

**INDICADORES HÍDRICOS PARA SUBSIDIAR  
ESTRATÉGIAS CONSERVACIONISTAS NA FLORESTA  
NACIONAL DO TAPAJÓS E SEU ENTORNO**

Belém  
2014

Sarah Suely Alves Batalha

**Indicadores hídricos para subsidiar estratégias conservacionistas  
na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno**

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de mestre em  
Ciências Ambientais no Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Ambientais.  
Universidade do Estado do Pará.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucieta Guerreiro  
Martorano

Belém  
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP),  
Biblioteca do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, UEPA, Belém - PA.

---

**B328i** Batalha, Sarah Suely Alves

Indicadores hídricos para subsidiar estratégias conservacionistas na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno. / Sarah Suely Alves Batalha; Orientador Lucieta Guerreiro Martorano. -- Belém, 2014.  
72 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2014.

1. Recursos hídricos. 2. Água – qualidade 3. Florestas - conservação. I. Martorano, Lucieta Guerreiro. II. Título.

---

**CDD 333.91**

Sarah Suely Alves Batalha

**Indicadores hídricos para subsidiar estratégias conservacionistas  
na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno**

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de mestre em  
Ciências Ambientais no Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Ambientais.  
Universidade do Estado do Pará.

Data da aprovação: 06/01/2014

Banca Examinadora

\_\_\_\_\_ – Orientadora

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucieta Guerreiro Martorano**  
Doutora Fitotecnia/Modelagem Agrometeorológica  
Universidade do Estado do Pará  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental

\_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes**  
Doutor em Ciências, na modalidade Física  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Gundisalvo Piratoba Morales**  
Doutor em Geologia e Geoquímica  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_

**Dr. Alailson Venceslau Santiago**  
Doutor em Física do Ambiente Agrícola/Agrometeorologia  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental

Aos meus pais, Sebastião e Margarida, que sempre me apoiaram e seguraram minhas mãos nos momentos de angústia.

Às minhas irmãs, Márcia e Marta, pelo carinho que sempre tiveram comigo. Ao meu irmão, Samuel, por fazer a nossa família, entre tantas, mais que especial. Aos meus sobrinhos, Samuel Paulo e Pedro André.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ser o meu refúgio, minha fortaleza, meu regaço acolhedor.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por financiar minha pesquisa através da concessão da bolsa de mestrado.

À Universidade do Estado do Pará que me acolhe desde a graduação e, agora, em nível *stricto sensu*.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental por me acolher como estagiária e permitir a minha inserção em projetos de alto rigor científico.

Ao Núcleo Médio Amazonas da Embrapa, pelo apoio nas pesquisas de campo.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade de Santarém, pela incansável luta pela conservação de nossas florestas.

Ao Quarto Grupamento Bombeiro Militar de Santarém (Pará), por proporcionar transporte e segurança no decorrer das ações a campo.

À Dra. Lucieta Martorano, pela oportunidade ímpar de trabalhar ao seu lado e por ser referência de motivação, superação e humanidade na caminhada científica.

Ao Dr. Altem Pontes, pela total dedicação como coordenador do Programa de Pós-Graduação e, acima de tudo, por ter sido um grande motivador no meu ingresso à pesquisa.

Ao Dr. Gundisalvo Morales e Dr<sup>a</sup> Hebe Ribeiro pelo apoio nas análises em laboratório e motivação no trabalho com recursos hídricos.

À Adriele Biase, estudante de doutorado da Universidade de São Paulo, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao corpo docente e de funcionários do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, pelo aprendizado construído no decorrer do curso.

Aos colegas funcionários, estagiários, bolsistas e alunos vinculados ao Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa.

Aos colegas do PPG em Ciências Ambientais pelo companheirismo e parceria na luta diária.

Aos amigos e familiares sempre tão compreensivos nos meus momentos de ausência.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

"Estou numa época de minha existência em que posso lançar um olhar para o passado. Minha alma amadureceu no crisol das provações exteriores e interiores."

**Maria Francisca Teresa Martin**

## RESUMO

Áreas de proteção e conservação da biodiversidade desempenham um importante papel na regulação climática em nível global. A Floresta Nacional do Tapajós, localizada no oeste do estado do Pará foi criada a partir da necessidade de conservar os recursos naturais e manter os serviços ecossistêmicos através do manejo sustentável dos recursos da floresta. Desde o enquadramento como área legalmente protegida, em 1974, até o ano de 2012, a Flona perdeu cerca de 4% do seu território. Sendo assim, faz-se necessário consolidar trabalhos que apontem dados que expressem a manutenção de bens e serviços ofertados por essa Unidade de Conservação, garantindo suas funcionalidades a esta e às gerações futuras. A água doce vem se tornando de difícil acesso, pois sua disponibilidade anual cada ano torna-se mais limitada, pois aumenta a demanda hídrica com alta qualidade no globo terrestre. Objetivou-se com este trabalho avaliar indicadores hídricos para subsidiar estratégias conservacionistas na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno. Foram utilizados dados meteorológicos disponíveis para apontar a oferta pluvial na área de estudo, que serviram para compor o primeiro artigo. A partir de levantamento a campo no Rio Tapajós, foram realizadas análises físico-químicas e biológicas para identificar efeitos de ações antrópicas na Flona, dados apresentados no segundo artigo. Os resultados apontaram que no período de novembro a abril há maior oferta hídrica, correspondendo a 80% da água precipitada. O índice de qualidade de água (IQA) nas áreas mais conservadas apresentam valores de médios a ótimos, tanto utilizando a classificação nacional quanto a internacional. Nas áreas com maior expressão antrópica o IQA foi considerado com padrão internacional médio. Comunidades na Flona que possuem áreas mais preservadas expressam maior transparência na coluna de água (máximo de 196 cm), pH ácido (média de 5,7) e tiveram respostas significativas em qualidade de água ao comparar com as áreas mais antropizadas. Concluiu-se que, em áreas legalmente protegidas na Amazônia, as avaliações de indicadores em corpos hídricos podem subsidiar estratégias de compensação por serviços ecossistêmicos pela qualidade da água ofertada as populações em centros urbanos e comunidades no entorno.

Palavras-chave: Flona Tapajós. Precipitação Pluvial. Qualidade de Água.

## ABSTRACT

Protection and biodiversity conservation areas play an important role in regulation climate globally. The Tapajos National Forest, located in the west of Pará state was created from the need to conserve natural resources and maintain ecosystem services through sustainable management of forest resources. Since the framework as a legally protected area, in 1974, by the year 2012, the Flona lost about 4% of its territory. Therefore, it is necessary to consolidate jobs for to point data to express the maintenance of goods and services offered by this conservation area, ensuring their functionality to this and future generations. Freshwater is becoming increasingly difficult to access because every year its annual availability becomes more limited, as it increases the water demand with high quality on the globe. The objective of this study was to evaluate water indicators to support conservation strategies in the Tapajos National Forest and its surroundings. We used weather data available to point the rain supply in the study area, which were used to compose the first paper. From the field survey in Rio Tapajos was made physicochemical and biological analyses for to identify the effects human actions in the Flona, data are show on the second paper. The results showed that in the period from November to April there is a higher water supply, corresponding to 80% of the precipitated water. The water quality index (WQI) in the most conserved areas has moderate values to the great, seeing both national and international classification. In areas with higher anthropogenic expression was considered the WQI with average international standard. Communities in the Flona with more preserved areas express more transparency in the water column (maximum 196 cm), acidic pH (mean 5.7) and had significant responses in water quality when comparing with the most anthropic areas. It was concluded that, in legally protected areas in the Amazon, the evaluation of indicators in water bodies can to give support to strategies compensation for ecosystem services for water quality offered to populations in urban centers and the surrounding communities.

Keywords: Flona Tapajós. Rain Precipitation. Water Quality.

### **LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 1**

Tabela 1 Índice de anomalia de chuva e classificação de tipologia climática

### **LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 2**

Tabela 1 Faixas para classificação do IQA, segundo NSF e CETESB.

Tabela 2 Índice de Qualidade da Água (IQA) em localidades na Flona Tapajós e seu entorno.

### **LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 1**

Figura 1 Flona Tapajos na Amazônia, Brazil.

Figura 2 Área onde concentram os principais usos agropecuários no entorno da Flona Tapajos, na Amazônia, Brazil.

Figura 3 Total anual de precipitação pluvial (mm) em municípios no entorno da Flona Tapajós.

Figura 4 Faixas de precipitação pluvial anual (mm) na Flona Tapajós e seu entorno.

Figura 5 Classes de declividade na Flona Tapajós e seu entorno.

Figura 6 Percentual do Índice de Anomalias de Chuvas (IAC) em Santarém em um período de trinta anos.

Figura 7 Índice de Anomalias de Chuvas (IAC) em Santarém próximo a Flona Tapajós.

Figura 8 Porcentagem da distribuição quinzenal de dias com chuva em municípios no entorno a Flona Tapajós.

Figura 9 Totais de chuva nos meses e eventos máximos ocorridos nesses meses, nos anos que integram a série de dados homogêneos analisados no entorno da Flona Tapajós.

Figura 10 Imagem de 2012 do satélite *RapidEye* da Flona Tapajós

## LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 2

- Figura 1 Localização dos pontos de coleta no rio Tapajós – Amazônia, Brasil.
- Figura 2 Precipitação pluvial mensal (mm) e o desvio padrão em Belterra (PA) nos três períodos analisados (1961 a 1990; 1972 a 2012 e no ano de 2012).
- Figura 3 Análise de agrupamento pelo método do vizinho mais próximo nos 10 pontos de coletas na Flona Tapajós e seu entorno.
- Figura 4 Avaliação usando o Método dos componentes principais.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APHA	American Public Health Association and Others
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
Flona	Floresta Nacional
IAC	Índice de anomalias de chuvas
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NSF	National Sanitation Foundation
PRP	Precipitação Pluvial
ROBIN	Role Of Biodiversity In Climate Change Mitigation
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
USLE	Universal Soil Loss Equation

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	12
1.2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	16
<b>2</b>	<b>TÍTULO DO ARTIGO 1 – <i>Chuvas e impactos potenciais em áreas sem vegetação na Flona Tapajós e seu entorno, Amazônia, Brasil</i></b>	17
	ABSTRACT	18
2.1	INTRODUÇÃO	19
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	20
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
2.4	CONCLUSÕES	30
	REFERÊNCIAS	31
<b>3</b>	<b>ARTIGO 2 – <i>Evidências de efeitos da antropização na Flona Tapajós e seu entorno usando variáveis físico-químicas e biológicas em águas superficiais na Amazônia</i></b>	34
	RESUMO	35
	ABSTRACT	35
3.1	INTRODUÇÃO	36
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	37
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.4	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	46
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b>	49
	<b>ANEXOS</b>	47
	NORMAS DA REVISTA (ARTIGO 1)	47
	Revista Biogeoscience	
	NORMAS DA REVISTA (ARTIGO 2)	57
	Revista Ambiente & Água	

## INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, a preocupação com a preservação e conservação de ambientes protegidos, tem sido uma constante, não apenas em nível local, como os impactos gerados diretamente sobre o ambiente, mas também por questões em nível global, com a compreensão da importância desses espaços para o clima do planeta. Para Alkemade et al. (2009), a mitigação das mudanças climáticas pode ocorrer a partir da combinação de diversos fatores, dentre eles o aumento efetivo do número de áreas protegidas. O estabelecimento de áreas protegidas consiste como o principal meio de conservação da biodiversidade do planeta (BENUNSAN, 2006).

A biodiversidade, termo utilizado para designar a diversidade biológica, contempla diferentes formas de vida em diferentes níveis, desde micro-organismos até flora e fauna silvestres, além da espécie humana (ALHO, 2008, 2012). A Constituição Federal Brasileira assegura no capítulo VI, artigo 225, a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, incumbindo ao poder público o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Também, é de responsabilidade da União a definição, de todas as unidades da Federação, de espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção (BRASIL, 1988).

Com a instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, em Julho de 2000, esses espaços foram enquadrados em dois grandes grupos – Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável – sendo, de forma generalista, eficientes formas de preservação, conservação e proteção da biodiversidade, dos recursos naturais e manutenção de serviços ecossistêmicos (SNUC, 2000).

O Governo brasileiro tem se preocupado com a conservação dos recursos naturais no país. Dentro desse contexto, o decreto 73.684, de fevereiro de 1974, cria no estado do Pará, a Floresta Nacional do Tapajós (ou Flona Tapajós), que promove a múltipla utilização dos recursos naturais sob o regime sustentado (BRASIL, 1974).

Assim, a Flona Tapajós que possui características típicas do bioma Amazônia tornou-se uma Unidade de Uso Sustentável, pois mantém espécies nativas, além de

motivar o uso múltiplo sustentável de recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas (BRASIL, 2004). A partir da elaboração do Plano de Manejo (BRASIL, 2004), estabeleceu-se que todas as áreas populacionais são integradas à Unidade. Dessa forma, em relação à questão fundiária, na Flona são consideradas: Comunidades Ribeirinhas; Comunidades Indígenas; Áreas Tituladas e Áreas de Posse.

Recentemente, sua área total foi alterada, pela Lei Federal nº 12.678 de junho de 2012, sendo a área atual de 527.319 hectares, abrangendo os municípios de Ruropólis, Placas e Belterra, no Estado do Pará. Ressalta-se que esta lei, desperta a atenção para a saída de parte do município de Aveiro, bem como a área que engloba a comunidade São Jorge, o que corresponde a redução de 17.671 hectares (BRASIL, 2012).

O Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) estabelece indicadores para expressar a qualidade ambiental e as funcionalidades dos ecossistemas, apontando quão próximos estão os países em atingir metas de política ambiental. A metodologia permite a comparações entre os países, além de possibilitar a análise de como a comunidade no globo terrestre está fazendo coletivamente em cada questão política particular. Entre os 22 indicadores avaliados pelo ISA, está a qualidade, onde são considerados nas avaliações variáveis como: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos em suspensão e concentração de fósforo e oferta hídrica avaliando a disponibilidade de água em superfície e águas subterrâneas (ESI, 2012). Para estudar o componente hidrológico é importante considerar questões relacionadas à quantidade, à química da água, ao armazenamento e aos fluxos hidrológicos (AVISSAR, 2002).

Estudos vêm sendo realizados para avaliar áreas que demandam de melhores práticas para garantir a funcionalidade social, econômica e ambiental em locais específicos como a Flona Tapajós. Neste sentido, objetivou-se avaliar indicadores tanto em relação à oferta pluvial quanto sobre a qualidade da água, capazes de evidenciar características hídricas que possam subsidiar avaliações sobre o uso conservacionista na Flona, frente às pressões antrópicas no seu entorno.

O trabalho foi estruturado em 2 (dois) artigos para submissão em periódicos indexados.

O primeiro artigo trata-se da avaliação da quantidade de água ofertada pela atmosfera, contendo o seguinte título: "*Chuvas e impactos potenciais em áreas sem vegetação na Flona Tapajós e seu entorno, Amazônia, Brasil*". Nele foram analisados dados de chuva coletados em estações meteorológicas e em postos pluviais, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). Foram realizadas análises do índice de anomalias de chuvas (IAC) para identificar anos úmidos e secos. Também, fez-se uma estimativa do potencial erosivo das chuvas, buscando identificar possíveis danos ambientais pela erosão hídrica. Com base nos dados de precipitação pluvial estimou-se o Fator R da equação universal de perda de solos (USLE). Foram avaliados os anos com maior ou menor potencial erosivo. A análise espaço-temporal integrada possibilita elucidar respostas no solo-planta-atmosfera que reflitam em indicadores como: anos, sazonalidades, meses e períodos quinzenais mais pluviosos. A variabilidade na quantidade de água precipitada pode subsidiar estratégias conservacionistas quanto ao uso do solo e água na Flona Tapajós e seu entorno.

O segundo artigo busca apontar indicadores quanto à qualidade da água na Flona Tapajós e seu entorno. O título é: "*Condições físico-químicas e biológicas em águas superficiais para identificar evidências de uso conservacionista na Flona Tapajós na Amazônia, Brasil*". No presente trabalho foram avaliadas variáveis hídricas que podem subsidiar estratégias conservacionistas no entorno de áreas legalmente protegidas na Amazônia. A análise integrada em função de alterações no uso do solo e água podem elucidar possíveis efeitos pontuais de ações antrópicas.

Alter do Chão e Pindobal apresentaram valores elevados de coliformes termotolerantes, evidenciando efeitos antrópicos na qualidade da água, decorrente de atrativos nesses balneários. As análises de agrupamento e de componentes principais evidenciaram que há condições hídricas semelhantes nas comunidades de Jamaraquá e Maguarí. O maior IQA foi encontrado nas águas coletadas próximas a comunidade do Tauarí, indicando ser o local com as áreas mais conservadas.

Espera-se, que os resultados obtidos nesta pesquisa possam subsidiar as avaliações tanto em termos de quantidade quanto em qualidade da água disponível na Flona Tapajós e seu entorno, sendo os indicadores hídricos fundamentais nas avaliações de uso conservacionista em bacias hidrográficas com possíveis benefícios pelos serviços ecossistêmicos prestados por comunidades em áreas legalmente protegidas na Amazônia.

## 1.2. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ALHO, C. J. R. **Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica.** Estudos Avançados, 2012, vol.26, n.74, pp. 151-166. *Disponível em:* <http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a11v26n74.pdf>. Acesso em: 14 de Junho de 2013.

\_\_\_\_\_. **The value of biodiversity.** Brazilian Journal of Biology, 2008. v.68, n.4, Suppl., p.1115-18. *Disponível em:* <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v68n4s0/a18v684s.pdf>. Acesso em: 14 de Junho de 2013.

ALKEMADE, R.; VAN OORSCHOT, M.; MILES, L.; NELLEMAN, C.; BAKKENES, M. TEN BRINK, B. **GLOBIO3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss.** *Ecosystems* 12:374-390. February, 2009. *Disponível em:* [http://www.globio.info/downloads/14/fulltext%20\(artikel%20GLOBIO\).pdf](http://www.globio.info/downloads/14/fulltext%20(artikel%20GLOBIO).pdf). Acesso em: 14 de Junho de 2013.

APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association and Others**, Washington, D. C., 2005.

AVISSAR, R.; NOBRE, C. A. **Preface to special issue on the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia.** Journal of geophysical research, Vol. 107, no. D20. *Disponível em:* [http://lba.cptec.inpe.br/publications/LBA\\_JGR\\_Special\\_Issue\\_Oct\\_2002/Preface\\_to\\_special\\_issue\\_on\\_LBA\\_Roni\\_Carlos\\_Nobre\\_JGR2002.pdf](http://lba.cptec.inpe.br/publications/LBA_JGR_Special_Issue_Oct_2002/Preface_to_special_issue_on_LBA_Roni_Carlos_Nobre_JGR2002.pdf). Acesso em: 14 de Junho de 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Decreto de criação da Floresta Nacional do Tapajós. **Decreto Nº 73.684, de 19 fevereiro de 1974.** Brasília, 1974.

BENUNSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas.** 176 p. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Indicadores de Qualidade das Águas.** São Paulo: CETESB, 1997.

EPI. **Environmental Performance Index.** A global ranking for the Environment. Yale University. Connecticut, 2013.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de conservação. **Lei 9.985 de 18 de julho de 2000.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2000.

### **Artigo 1**

Título: Chuvas e impactos potenciais em áreas sem vegetação na Flona Tapajós e seu entorno, Amazônia, Brasil

Autores: Sarah Suely Alves Batalha, Lucieta Guerreiro Martorano, Alailson Venceslau Santiago, José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes, Douglas Cavalcante Costa

Revista: Biogeoscience (ISSN: 1726-4170. Qualis A1)

# 1 **Chuvas e impactos potenciais em áreas sem vegetação na** 2 **Flona Tapajós e seu entorno, Amazônia, Brasil**

3  
4 **S. S. A. Batalha<sup>1</sup>, L. G. Martorano<sup>2</sup>, L. S. Lisboa<sup>3</sup>. A. V. Santiago<sup>4</sup>, J. R. S. C.**  
5 **Moraes<sup>5</sup>, D. C. Costa<sup>6</sup>**  
6

7 [1] {Program Masters Degree Environmental Sciences – University of Pará State, Brazil.

8 [2] {Researcher of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Eastern  
9 Amazon, Brazil }

10 [3] {Student of the Program Ph.D. Farming Systems Engineering – University of São Paulo }

11 [4] {Researcher of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Eastern  
12 Amazon, Brazil }

13 [5] {Student of scientific research – PET Colleger/ Embrapa, Eastern Amazon, Brazil }

14 [6] {Student of scientific research – SUDAM/Embrapa Project Colleger, Brazil }

15 Correspondence to: S. S. A. Batalha (ssa.batalha@gmail.com)

## 16 17 **Abstract**

18 Constantes pressões antrópicas poderão reduzir áreas legalmente protegidas na Amazônia e  
19 modificar o padrão na paisagem típica de Floresta tropical úmida. Investigações científicas  
20 vêm buscando identificar indicativos de respostas decorrentes dos efeitos interativos entre os  
21 fatores atmosféricos, uso e ocupação do solo e da água, bem como o cumprimento de leis  
22 ambientais vigentes no Brasil. Em Unidades de Uso Sustentável como é o caso da Floresta  
23 Nacional do Tapajós a redução na cobertura vegetal pode intensificar a colisão da chuva no  
24 solo e, conseqüentemente ampliar possíveis riscos ambientais e seus efeitos de  
25 desflorestamento na região. Objetivou-se com este trabalho analisar a oferta pluvial para  
26 identificar períodos mais propícios aos estudos de variáveis hídricas no Rio Tapajós para  
27 identificar possíveis efeitos de mudança de uso do solo à oferta pluvial, na área de estudo.  
28 Foram analisados dados de precipitação pluvial, informações sobre condições altimétricas e  
29 sistemas de produção agrícola e pecuário, predominantes no entorno da Flona. Os resultados  
30 apontaram que o período de menor oferta pluvial é o mais indicado para coleta de variáveis

1 hídricas. Belterra e Santarém apresentam dinâmica pluvial semelhante e os efeitos do Polo de  
2 Produção de Grão são mais evidentes nas proximidades de Belterra. É possível avaliar sólidos  
3 em suspensão em dias de eventos pluviais extremos em áreas com alto potencial erosivo.

4

## 5 **1. Introdução**

6 O Bioma Amazônico ocupa um terço do território brasileiro com expressiva biodiversidade,  
7 apresentando três categorias de ecossistemas: terras firmes, intraflorestas (várzeas e  
8 interflúvios arenosos) e extremamente localizados (AB'SABER, 2002). A cobertura vegetal  
9 reduz o impacto das gotas de chuva no solo, minimizando possíveis riscos ambientais.  
10 Estudos de Silva et al. (2009) evidenciaram na Amazônia que a maior produção de liteira e de  
11 componentes (folhas, gravetos e partes reprodutivas) ocorreu na estação menos chuvosa,  
12 sendo das folhas a maior expressão na produção total. Em condições de eventos pluviais  
13 extremos, a liteira auxilia na redução do impacto das gotas de chuva, mitigando o processo  
14 erosivo.

15 Quanto à fixação e eficácia da vegetação, Bruno et al. (2006) verificaram que no período  
16 úmido, a floresta retira água nos primeiros 2 m de profundidade e, nos períodos de seca, as  
17 raízes retiram água nas profundidades de 3 a 7 m, indicando, assim, a eficiência das espécies  
18 vegetais em remover umidade de áreas com potencial matricial menos negativo. Esses dados  
19 reforçam a importância de manutenção de cobertura vegetal no solo.

20 O processo de erosão hídrica pode levar o assoreamento de rios e lagos, bem como promover  
21 reduções consideráveis em áreas destinadas aos cultivos agrícolas (CASSOL et al., 2002). Em  
22 anos mais pluviosos o processo erosivo pode ser agravado, bem como em casos de eventos  
23 extremos isolados com pancadas de chuvas em curtos intervalos de tempo. A zona equatorial,  
24 onde esta inserida a região amazônica, sofre forte influência da interação entre a Zona de  
25 Convergência Intertropical (ZCIT) e movimentos ascendentes mais ao norte do equador  
26 geográfico (MOLION & BERNARDO, 2002); Assim, evidenciando duas estações do ano,  
27 uma mais chuvosa e outra de menor oferta pluvial, que podem ser intensificadas em anos de  
28 El Niño e La Niña (MARTORANO et al., 1992). Carvalho & Oyama (2013) verificaram a  
29 relação entre a variabilidade da largura da ZCIT e a intensidade das precipitações nas regiões  
30 norte e nordeste do Brasil, constatando forte correlação entre as categorias dos eventos de  
31 precipitação e os valores máximos de temperatura da superfície do mar para os meses de  
32 março e abril.

1 Constantes mudanças no uso e ocupação do solo na Amazônia têm ocorrido principalmente  
2 por intervenções antrópicas, como desmatamentos e queimadas (FEARNSIDE, 2006). Dessa  
3 forma, variáveis hidrológicas como precipitação pluvial, evaporação, armazenamento de água  
4 no solo, vazão podem ser utilizados para investigar mudanças de uso da terra e suas  
5 influencias em bacias hidrográficas (AVISSAR, 2002), podendo comprometer serviços  
6 ecossistêmicos prestados pelos rios às populações e poderá influenciar no sistema climático  
7 (MALHI et al., 2007). Além disso, a determinação da variabilidade da precipitação em certa  
8 região dá suporte às atividades econômicas, limita os impactos no ambiente físico e auxilia na  
9 tomada de decisões para atividades futuras (CANO & BRANDÃO, 2002).

10 Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a oferta pluvial na área de influência da  
11 Floresta Nacional do Tapajós, bem como a ocorrência mais provável de eventos extremos de  
12 chuva a fim de subsidiar a elaboração de indicadores em corpos hídricos na Amazônia, Brasil.

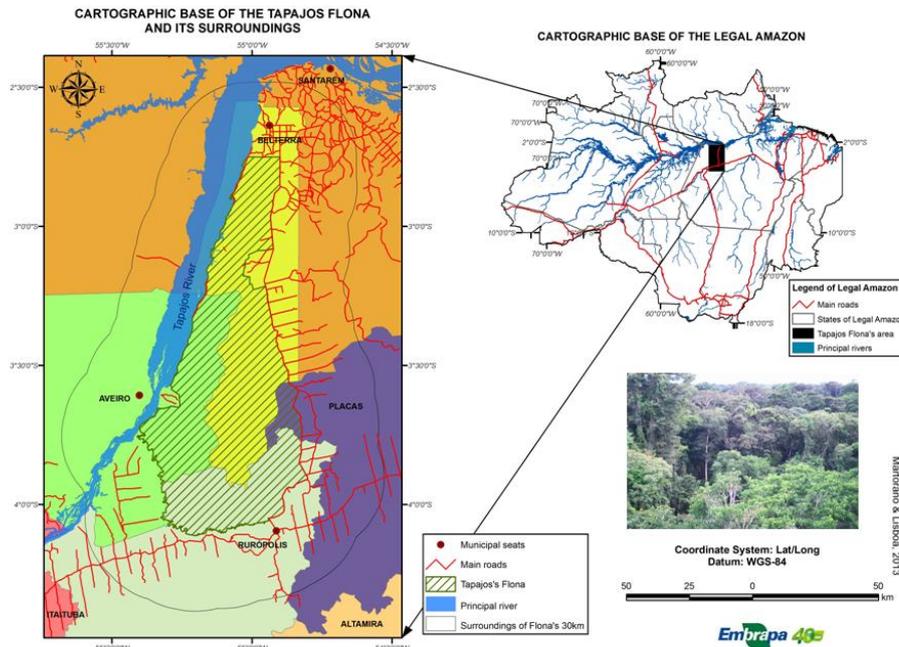
13

### 14 **3. Material e Métodos**

#### 15 **3.1. Descrição geral da área de estudo**

16 A Floresta Nacional do Tapajós foi criada em 1974 e integra o Sistema de Florestas Nacionais  
17 que são grandes detentoras de biodiversidade nos biomas onde estão inseridas. Está localizada  
18 na região oeste do estado do Pará, Amazônia Brasileira, entre as coordenadas: Lat.: 2° 30'0" e  
19 4°28'0" S; Lon.: 54°30'0" e 55°55'0"W. A Flona Tapajós tem 527.319 hectares e nos seus  
20 limites encontram-se as cidades de Belterra, Ruropolis, Placas e Aveiro (Figure 1).

1



2

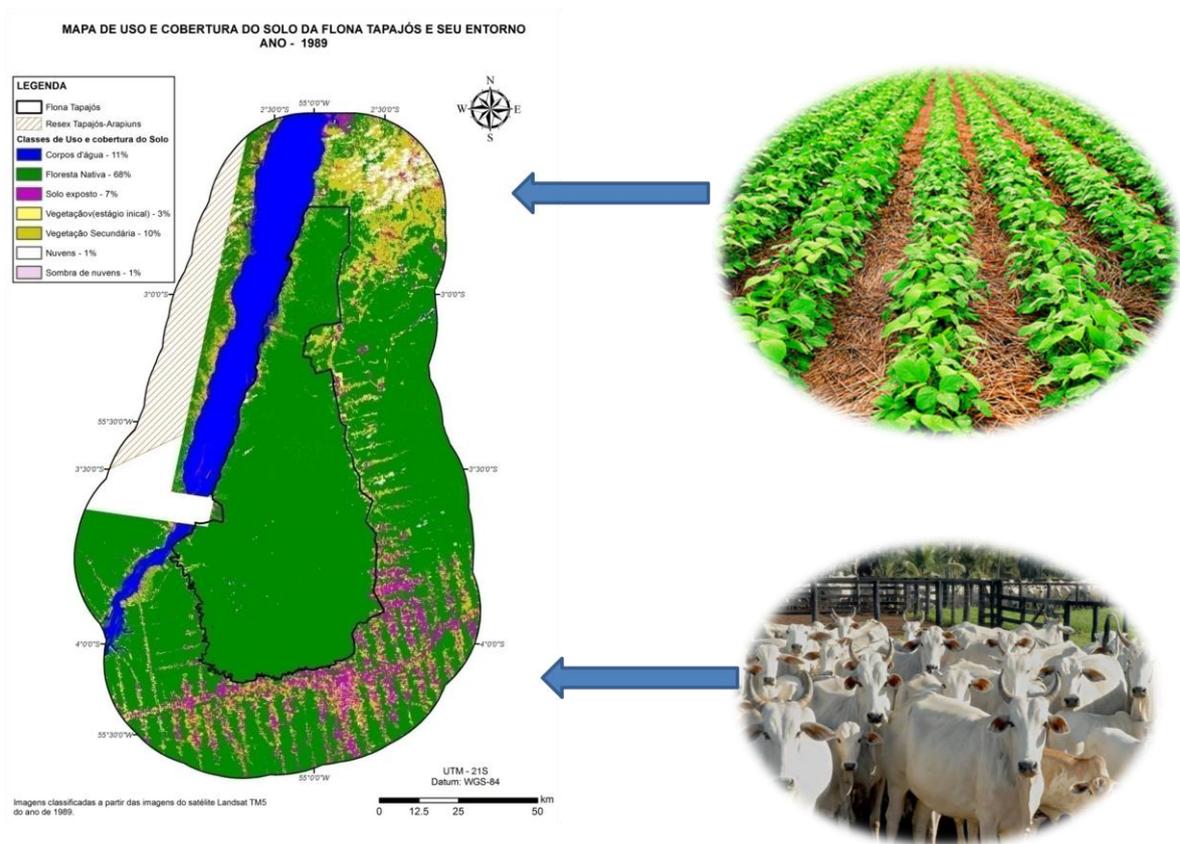
Figure 1. Flona Tapajos na Amazônia, Brazil.

3

### 4 3.2 Tratamento e análise de dados

5

6 Para avaliação da oferta pluvial foram analisados dados de precipitação, disponibilizados pelo  
 7 *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) e Instituto Nacional de Meteorologia  
 8 (INMET), correspondentes à série histórica de 1979 a 2009, monitorada no município de  
 9 Santarém, Pará. Também, foram analisados dados mensais e anuais de precipitação pluvial,  
 10 disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), sendo que a série compreende o  
 11 período de 1983 a 2002. Utilizou-se ainda dados monitorados e disponibilizados pelo INMET  
 12 do mesmo período da série histórica de Santarém. Assim sendo, as análises realizadas neste  
 13 trabalho contemplam informações de 3 (três) estações com dados pluviais localizadas em  
 14 municípios no entorno da Flona Tapajós que são: Santarém, Belterra e Rurópolis. Como os  
 15 pontos de coletas de dados ao longo do Rio Tapajós estavam mais próximos das influências  
 16 uso antrópico pelos cultivos de grãos, principalmente na cadeia produtiva de soja (Figura 2),  
 17 fez-se um maior detalhamento nos dados pluviais disponibilizados pelo INMET, referentes ao  
 18 monitoramento em Belterra. Assim sendo, foram analisados dados anuais, mensais no período  
 19 de 1972 a 2012, dados das normais climatológicas (1961 a 1990) e dados de 2012,  
 20 correspondente ao ano de realização da pesquisa de campo.



1

2 Figure 2. Área onde concentram os principais usos agropecuários no entorno da Flona  
3 Tapajós, na Amazônia, Brazil.

4

5 Para subsidiar as avaliações da distribuição espacial das chuvas na Flona e seu entorno,  
6 extraiu-se informações espaciais do SIGClima, contendo informações climáticas utilizadas em  
7 Martorano et al. (2011). Apresenta-se a distribuição das chuvas na área de estudo, bem os  
8 grandes padrões de declividade para subsidiar as discussões quanto ao potencial erosivo das  
9 chuvas e possíveis efeitos no uso das terras, decorrentes dos tipos de sistema de produção  
10 agrícola adotado.

11 Para comparar a série homogênea, extraíram-se informações do período de 1983 a 2002.  
12 Assim, calculou-se o índice de anomalias de chuvas no mesmo período nas três localidades.  
13 Fez-se análise exploratória para avaliar variações mensais e anuais da precipitação pluvial,  
14 bem como informações de eventos extremos, possivelmente influenciados pelo fenômeno  
15 ENOS (El Niño-Oscilação Sul). Utilizou-se o índice de anomalias de chuva (IAC),  
16 desenvolvido por Rooy (1965) para classificar a magnitude de anomalias de precipitações

1 positivas e negativas, associando as nove classes de IAC, seguindo os seus pressupostos  
2 metodológicos, representados pelas equações (1) e (2):

3

$$IAC = 3 \left( \frac{PRP - PRPm}{x - PRPm} \right) \quad (1)$$

$$IAC = -3 \left( \frac{PRP - PRPm}{y - PRPm} \right) \quad (2)$$

4

5 Em que, IAC é o índice de anomalia de chuva; PRP (mm) é a precipitação observada; PRPm  
6 (mm) é a precipitação média; x (mm) é a média dos dez maiores valores observados; y (mm) é  
7 a média dos dez menores valores observados. As anomalias foram comparadas de acordo com  
8 as categorias estabelecidas por Rooy (1965), representadas na Tabela 1.

9

10 Tabela 1. Índice de anomalia de chuva e classificação de tipologia climática

IAC	CLASSIFICAÇÃO
$\geq 4,00$	Extremamente úmido
3,00 a 3,99	Umidade alta
2,00 a 2,99	Umidade moderada
0,5 a 1,99	Umidade baixa
-0,49 a 0,49	Normal
-1,99 a -0,5	Seca suave
-2,00 a -2,99	Seca moderada
-3,00 a -3,99	Seca alta
$\leq -4,00$	Extremamente seca

11 Fonte: Tabela adaptada para representar as faixas estabelecidas por Rooy (1965).

12 Também, analisou-se a série de 1980 a 2009, na localidade de Santarém para identificar  
13 eventos extremos com frequências quinzenais de dias com chuva e sem chuva em intervalos  
14 de 20 mm. Avaliou-se também a sazonalidade desses eventos extremos.

15 Para estimar o potencial anual erosivo das chuvas foi utilizada a metodologia de Bertoni &  
16 Lombardi Neto (1999), aplicada por Martorano et al. (2009), expressa pela equação 3:

1 
$$R = \sum 67,355 \left(\frac{p^2}{p}\right)^{0,85} \quad (3)$$

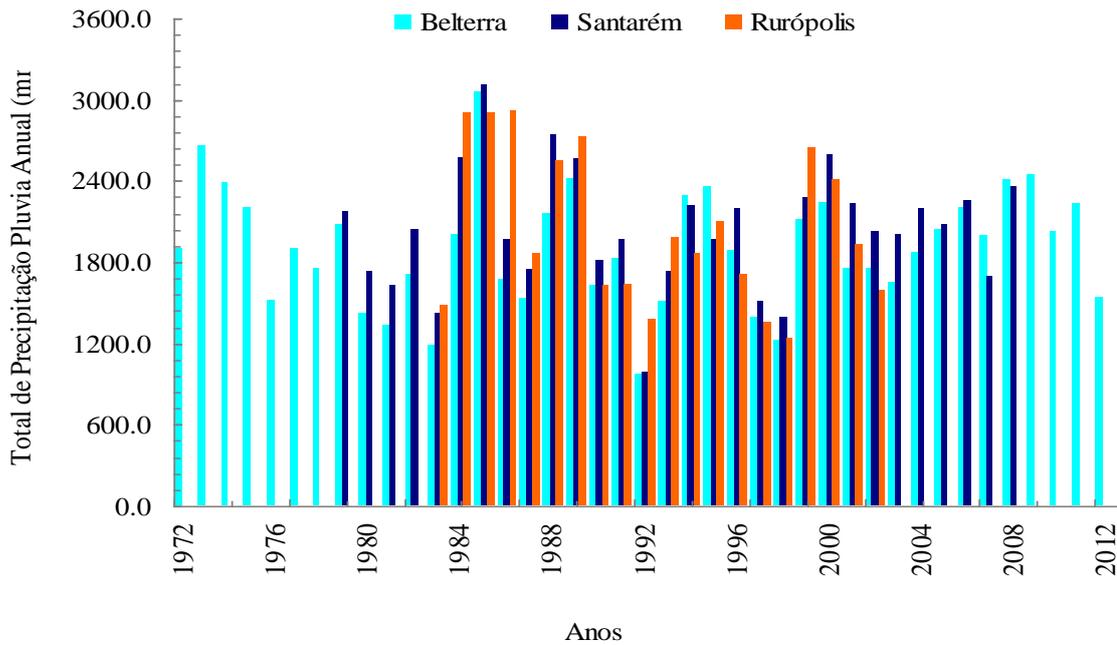
2 Em que,  $R$  é a erosividade média anual ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );  $p$  é a precipitação pluvial média  
3 mensal;  $P$  é a precipitação pluvial média anual.

4

#### 5 **4. Resultados e discussão**

6 Representou-se na Figura 3, totais de precipitação pluvial usando toda a série histórica para  
7 subsidiar nas avaliações da dinâmica temporal dos eventos de chuva na área de estudo.  
8 Observou-se que no período de 1972 a 2012, o ano mais pluvioso em Belterra foi 1985, sendo  
9 também em Santarém e Rurópolis. Assim, mesmo com a série heterogênea foi possível  
10 identificar que os eventos extremos coincidiram com suas ocorrências no período de  
11 avaliações da série homogênea de 1983 a 2002, sendo possível reforçar que as maiores cotas  
12 pluviais na Flona e entorno ocorreram em 1985 com valores de 3.057,6 mm em Belterra e  
13 3.098,2 mm em Santarém e, em 1986 foram registrados os maiores valores anuais em  
14 Rurópolis. O ano com a menor oferta pluvial foi 1992, em Belterra (974,2 mm) e Santarém  
15 (984,9 mm), mas em Rurópolis foi o ano de 1998, com 1.226,2 mm.

16 Ao analisar os dados das normais climatológicas verificou-se que em média chove 1.946,5  
17 mm. Na série de 40 anos de dados o total médio anual foi de 1.905,7 mm. Em 2012 foram  
18 computados em Belterra 1.539,2 mm.



1  
2  
3  
4

Figura 3. Total anual de precipitação pluvial (mm) em municípios no entorno da Flona Tapajós.

5  
6  
7

Analisando a climatologia do regime pluvial na Flona e seu entorno, nota-se que há uma gradação no sentido Nordeste-Sudoeste (Figura 4) com áreas mais pluviosas na porção Sudoeste, onde se encontram as maiores declividades (Figura 5), mais próximas a Rurópolis.

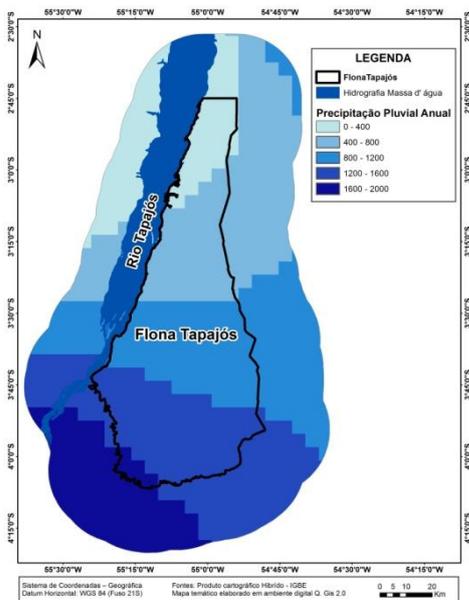


Figura 4. Faixas de precipitação pluvial anual (mm) na Flona Tapajós e seu entorno.

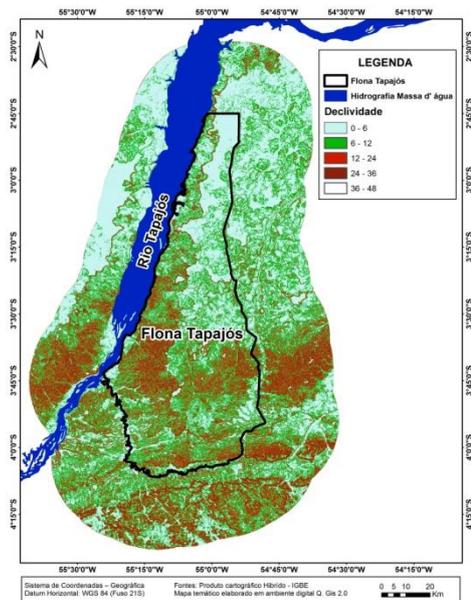


Figura 5. Classes de declividade na Flona Tapajós e seu entorno.

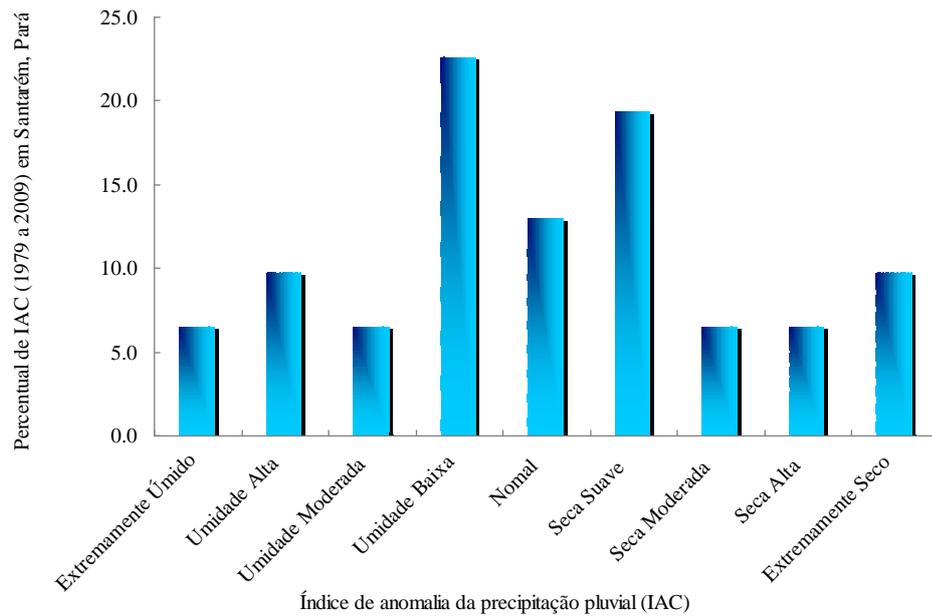
8

1  
2 É importante destacar a expansão da produção de grãos no estado e a consolidação do Polo de  
3 Produção em Santarém e Belterra que ocorreu a partir de 2002, tornando o município de  
4 Santarém o mais importante do Pará, em termos de expansão de área plantada e produção com  
5 a monocultura da soja, sendo Belterra o terceiro maior produtor de soja no estado  
6 (SCHLESINGER & NORONHA, 2006). Belterra se destacava em área destinada à  
7 agricultura, bem antes da chegada da cultura da soja no município.

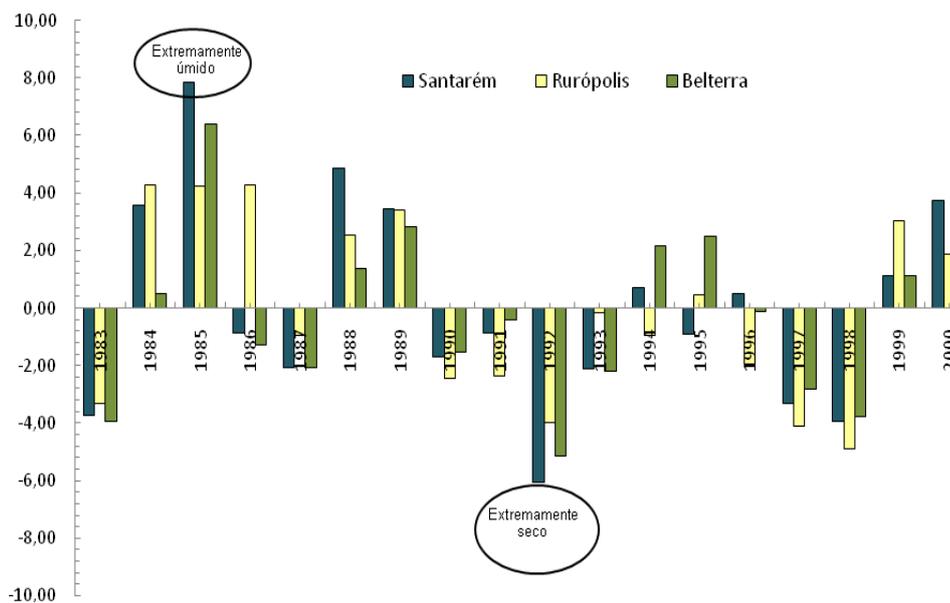
8 Foram identificados quatro anos (1984, 1985, 1996 e 2008) com anomalias positivas e IAC  
9 variando de baixo a extremamente úmido, possivelmente associados aos efeitos do La Niña na  
10 região (SOUZA et al., 2000; ÁVILA et al., 2013). Anomalias pluviiais negativas foram  
11 observadas em 1983, 1986, 1997 e 1998 e foram enquadrados em IAC correspondentes a anos  
12 com seca alta a extremamente seco, associados aos bloqueios na circulação da atmosfera em  
13 anos de El Niño, na região. Os padrões úmidos e secos na Amazônia são associados aos  
14 gradientes interbacias que se forma em sua fase inicial de anomalias mais acentuadas do que  
15 os ENOS com gradientes interbacias na sua fase de decaimento (ARAUJO et al., 2013).

16 Na Figura 6 estão representados os percentuais das anomalias na série histórica de 1979 a  
17 2009. Observou-se que nesse período houve predominância de condições climáticas, variando  
18 de seco suave a umidade baixa entre 20 a 25% dos anos. Comparando nos três locais,  
19 Santarém, Rurópolis e Belterra, com base na série homogênea de 1983 a 2002 observou-se  
20 uma dinâmica semelhante, sendo o ano de 1985 considerado como extremamente úmido e, o  
21 de 1992 como extremamente seco. Houve predominância de anomalias negativas, indicando  
22 no período de 1990 a 2000, condições de seca moderada a baixa umidade, na área de estudo  
23 (Figura 7).

24



1  
2 Figura 6. Percentual do Índice de Anomalias de Chuvas (IAC) em Santarém em um período  
3 de trinta anos (1979 a 2009).  
4  
5  
6

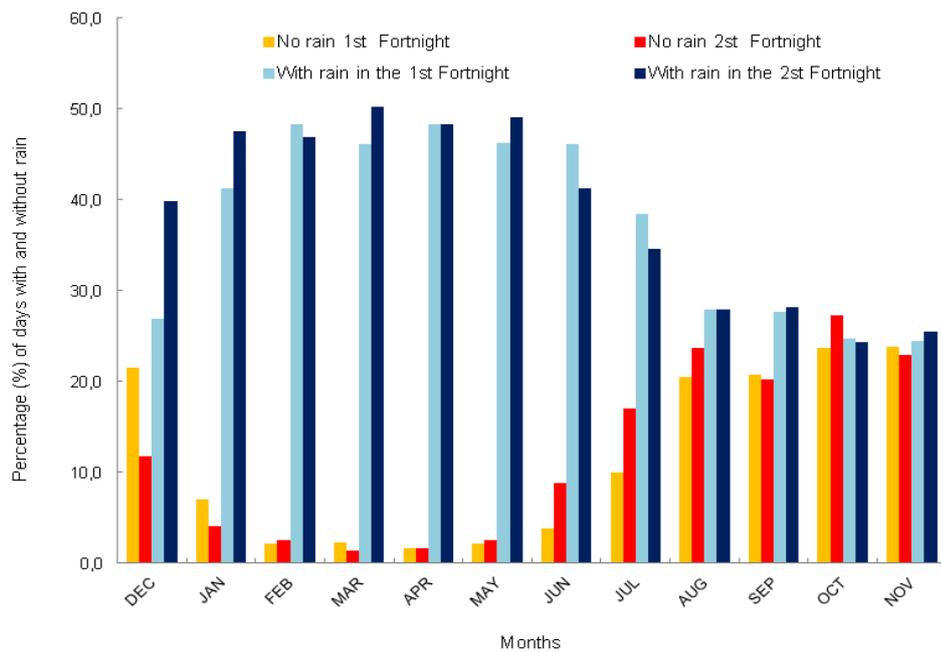


7  
8 Figura 7. Índice de Anomalias de Chuvas (IAC) em municípios no entorno a Flona Tapajós.  
9

10 Os dados de Santarém evidenciaram que o período de chuvas é de dezembro a maio, quando  
11 ocorre a cerca de 80% precipitação e o mês mais chuvoso é março. Os 20% restantes são  
12 distribuídos entre os meses de junho a novembro (MARTORANO et al. 2004). O  
13 conhecimento da probabilidade de ocorrência de chuvas em determinado período é de  
14 fundamental importância para várias atividades agrícolas, entre as quais semeadura, poda,

1 colheita, irrigação e pulverização (CONCEIÇÃO, 2005). Os dias sem chuva na primeira  
 2 quinzena de dezembro predominam em relação à segunda quinzena. Dominantemente as  
 3 chuvas no mês de dezembro ocorrem na segunda quinzena, indicando que os efeitos da Zona  
 4 de Convergência Intertropical (ITCZ) são mais expressivos com 40% de chances. No período  
 5 de janeiro a junho os dias são pluviosos tanto na primeira quanto na segunda quinzena. O mês  
 6 de outubro destaca-se com mais dias sem chuva na segunda quinzena (Figura 8).

7



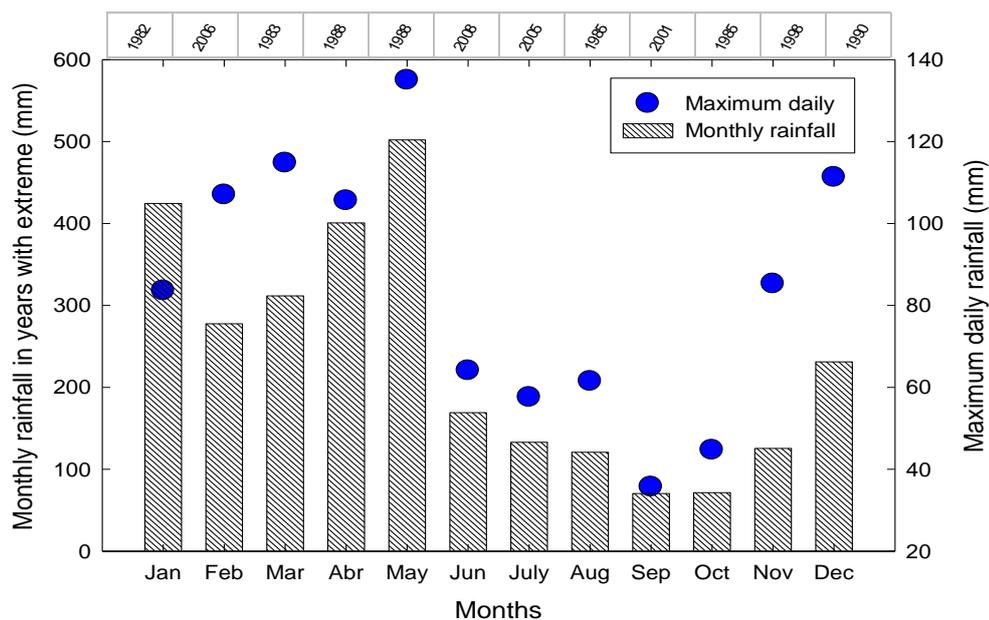
8

9 Figura 8. Porcentagem da distribuição quinzenal de dias com chuva em municípios no entorno  
 10 a Flona Tapajós.

11

12 Observou-se que no ano de 1982 o maior evento ocorrido em janeiro foi da ordem de 85,0  
 13 mm. O mês de maio é o mais pluvioso e em 1988 foram próximos a 140,0 mm. Setembro e  
 14 Outubro são os de menor oferta pluvial e os dias com eventos extremos ocorreram em 2001 e  
 15 1985, respectivamente (Figura 9).

16



1

2 Figura 9. Totais de chuva nos meses e eventos máximos ocorridos nesses meses, nos anos que  
 3 integram a série de dados homogêneos analisados no entorno da Flona Tapajós.

4

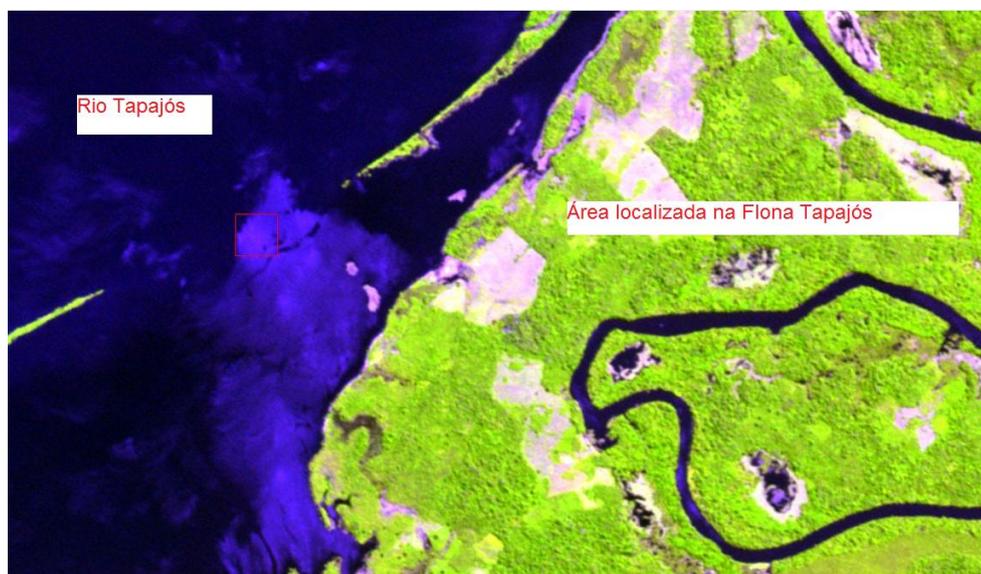
5 A poluição hídrica poderá reduzir o potencial pesqueiro e turístico e, seu assoreamento alterar  
 6 o fornecimento de umidade do ar ao sistema climático, comprometendo importantes serviços  
 7 ecossistêmicos as gerações atuais e futuras. Eventos extremos de chuvas como os ocorridos  
 8 nos primeiros cinco dias do mês de Dezembro de 2012, totalizam 119 mm, sendo que choveu  
 9 em 24 horas 72,8 mm, no dia 01/12/2012, evidenciando condições propicias para desencadear  
 10 processos erosivos em áreas com solo exposto.

11 Os valores de maior e menor erosividade média anual concentram-se nos períodos  
 12 homogêneos (1983 a 2002), sendo que em Santarém o valor máximo de erosividade média  
 13 anual, que corresponde ao período de maior pluviosidade foi de  $14.328,3 \text{ MJ mm ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  em  
 14 1985 e o valor mínimo, que corresponde ao período de menor pluviosidade foi de  $5.543,4 \text{ MJ}$   
 15  $\text{mm ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  em 1992. A máxima erosividade em Belterra foi de  $14.620,2 \text{ MJ mm ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$   
 16 também em 1985 e mínimo foi de  $5.830,9 \text{ MJ mm ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  em 1992. Já em Rurópolis em  
 17 1985 os valores se aproximaram aos outros municípios, atingindo valor máximo de  $15.251,3$   
 18  $\text{MJ mm ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  e mínimo de  $7.851,6 \text{ MJ. MJ mm ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . Esses resultados seguem o  
 19 mesmo padrão de variação, sendo mais acentuado no município de Rurópolis. Tais resultados  
 20 podem ser explicados pela influência do La Niña e El Niño que são fenômenos de  
 21 resfriamento e aquecimento do oceano pacifico, ocasionando períodos de maior e menor  
 22 pluviosidade, respectivamente.

1 A adoção de práticas conservacionistas como sistemas pecuários integrados em plantio direto,  
2 roça sem queima e sistemas agroflorestais são exemplos de estratégias para manter a  
3 capacidade produtiva dos solos nessa região (ELTZ et al., 2011), pois a manutenção da  
4 cobertura do solo, minimiza o impacto das gotas de chuvas e promove o aporte de carbono e  
5 água no solo, em cultivos agrícolas (MARTORANO et al., 2012).

6 Plumas de sedimentos poderão ser identificadas com apoio de imagens remotas, como se  
7 observa na Figura 8. Respostas espectrais avaliadas com dados pluviiais, geomorfologia e de  
8 mudança de uso e cobertura do solo apresentam-se como alternativas metodológicas de  
9 avaliação de indicadores hídricos possibilitando um maior volume de dados e informações  
10 temporais. Também, minimizam limitações decorrentes de dificuldade em recursos  
11 financeiros, humanos e laboratoriais para garantir intensas coletas de campo em locais  
12 distantes como é o caso da Flona Tapajós.

13



14

15

16

17

18

## 5. Conclusões

19 O período de menor oferta pluvial é o mais indicado para coleta de variáveis em corpos  
20 hídricos capazes de expressar efeitos de ações antrópicas na Flona Tapajós e seu entorno. As  
21 condições pluviiais em Belterra e Santarém apresentam dinâmica semelhante e os efeitos  
22 decorrentes do Polo de Produção de Grão podem ser evidenciados nas margens do Rio  
23 Tapajós nas comunidades ribeirinhas mais próximas à Belterra. O regime pluvial em

1 Rurópolis, associado às cotas altimétricas mais elevadas e ao sistema de produção  
2 agropecuário indicam que é possível avaliar sólidos em suspensão em dias de eventos  
3 extremos em áreas com baixa vegetação ripária, pois as matas ciliares impedem o transporte  
4 de sedimentos decorrente do potencial erosivo das chuvas.

5 Efeitos de ações conservacionistas poderão manter uma série de serviços ambientais que o  
6 Rio Tapajós presta à sociedade como, por exemplo, o fornecimento de água com índices de  
7 alta qualidade (IQA) para uso alimentar, higiene e manutenção do potencial balneário na  
8 região.

9 A quantidade de água precipitada, a importância dessa Unidade de Conservação de Uso  
10 Sustentável, a perda de área em 25 de junho de 2012 (Lei ordinária nº 12.678, que reduziu a  
11 área de conservação), todos esses fatores analisados de forma integrada apontam as possíveis  
12 ameaças na manutenção de bens e serviços que a Flona oferece às populações.

13

#### 14 **Referências**

15 ANA – Agência Nacional das Águas, Sistema de Informações Hidrológicas – Hidroweb.  
16 Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>, Acesso em.

17 Avissar, R.; Nobre, C. A. Preface to special issue on the Large-Scale Biosphere-Atmosphere  
18 Experiment in Amazonia. Journal of geophysical research, Vol. 107, no. D20. Disponível em:  
19 [http://lba.cptec.inpe.br/publications/LBA\\_JGR\\_Special\\_IssueOct\\_2002/Preface\\_to\\_special\\_is](http://lba.cptec.inpe.br/publications/LBA_JGR_Special_IssueOct_2002/Preface_to_special_issue_on_LBA_Roni_Carlos_Nobre_JGR2002.pdf)  
20 [sue\\_on\\_LBA\\_Roni\\_Carlos\\_Nobre\\_JGR2002.pdf](http://lba.cptec.inpe.br/publications/LBA_JGR_Special_IssueOct_2002/Preface_to_special_issue_on_LBA_Roni_Carlos_Nobre_JGR2002.pdf). Acesso em: 14 de Junho de 2013.

21 Araujo, R. G. et al. A influência do evento El Niño - Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na  
22 precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul. Acta Amazonia, 2013,  
23 vol.43, n.4, pp. 469-480. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v43n4/09.pdf>ISSN 0044-  
24 5967. Acesso: 22 de agosto de 2013.

25 Bruno, R. D. Variabilidade observada da umidade do solo em floresta tropical e cerrado.  
26 Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências  
27 Atmosféricas, São Paulo, 189 pp. 2004.

28 Cano, W. Brandão, C. A. (Coord.). A Região Metropolitana de Campinas: urbanização,  
29 finanças e meio ambiente. Campinas: UNICAMP, 2002. 439p.

- 1 Cassol, E.A.; Levien R.; Anghinoni I.; Badelucci M.P. Perdas de nutrientes por erosão em  
2 diferentes métodos de melhoramento de pastagem nativa no Rio Grande do Sul. In: R. Bras:  
3 Ci. Solo, 26:705-712, 2002.
- 4 Conceição, M. A. F.. Probabilidade de ocorrência de chuvas na região de Jales, SP.  
5 Comunicado Técnico 57. Embrapa. Bento Gonçalves, 2005.
- 6 Fearnside, P.M., 2006: Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta*  
7 *Amaz.*, 36, 395-400
- 8 Huffman, G. J.; Adler, R. F.; Morrissey, M.; Bolvin, D. T.; Curtis, S.; Joyce, R.; Mcgavock,  
9 B.; Susskind, J. Global Precipitation at One-Degree Daily Resolution from Multi-Satellite  
10 Observations. *J. Hydrometeor.*, v. 2, p. 36-50, 2001.
- 11 IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE.  
12 Acessível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)
- 13 Nobre, C. A.; Sellers, P. ; Shukla, J. . Regional Climate Change And Amazonian  
14 Deforestation Model. *J. Climate*, v. 4, n. 10, p. 957-988, 1991.
- 15 Mannering, J. V, Meyer, L. D, 1963. The effect of various rates of surface mulch an  
16 infiltration and erosion. *S. S. Soc. of Am. Proceeding*, 27:84-6.
- 17 Martorano, L. G. ; Pereira, L. C. ; Costa, A. C. L. ; Ribeiro, J. T. Variabilidade da precipitação  
18 pluviométrica em Belém - Pará associada ao fenômeno El Niño. In: Congresso Brasileiro de  
19 Meteorologia, 7, 1992, São Paulo. Anais, 1992.
- 20 Molion, L. C. B.; Bernardo, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste  
21 Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.
- 22 Rooy, M. P.; Van. A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space, Notes,  
23 14- 43, 1965.
- 24 Schlesinger, S; Noronha, S.. O Brasil está nu! O avanço da monocultura da soja, o grão que  
25 cresceu demais. Editora FASE, Rio de Janeiro, 2006. 148 p.
- 26 Silva, R. M. et al. Influência de variáveis meteorológicas na produção de liteira na Estação  
27 Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. *Acta Amaz.* [online]. 2009, vol.39, n.3, pp. 573-  
28 582. ISSN 0044-5967. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044->  
29 [59672009000300012](http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000300012). Acesso: 28 de jan. 2014.

- 1 Sioli, H. The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighth Tropical River and it's
- 2 Basin. Monographie Biologicae, v. 56, 1984.
- 3 Stocker , T. F.; Qin, D.; Plattner; G. K., Tignor, M. M. B.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels,
- 4 A.; Xia, Y; Bex, V.; Midgley, Pauline M. Climate Change 2013: The Physical Science Basis.

## **Artigo 2**

Título: Evidências de efeitos da antropização na Flona Tapajós e seu entorno usando variáveis físico-químicas e biológicas em águas superficiais na Amazônia

Autores: Sarah Suely Alves Batalha, Lucieta Guerreiro Martorano, Adriele Giaretta Biase, Gundisalvo Piratoba Morales, Altem Nascimento Pontes, Leonardo Sousa dos Santos.

Revista: Ambiente & Água (ISSN: 1980-993X. Qualis B1)

## **Evidências de efeitos da antropização na Flona Tapajós e seu entorno usando variáveis físico-químicas e biológicas em águas superficiais na Amazônia**

### **RESUMO**

A bacia amazônica detém uma grande quantidade de água que deve ser conservada para atender as necessidades desta e das futuras gerações. O objetivo deste trabalho foi avaliar evidências de efeitos da antropização na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno usando variáveis físico-químicas e biológicas em águas superficiais. Para a campanha, primeiramente, foram analisadas as séries de dados de chuva da região. As coletas no rio Tapajós ocorreram em áreas de possíveis influências quanto ao uso e ocupação do solo. Foram realizadas avaliações no local, bem como análises em laboratório. Os dados de chuva para dezembro de 2012 foram superiores a climatologia descrita para a região, sendo que na primeira quinzena contabilizou-se 48,0 % do volume mensal desse ano. Os resultados do Índice de Qualidade de Água (IQA) indicaram o predomínio na qualidade “boa” a “ótima”, nas quais as faixas variaram entre  $70 < IQA \leq 90$  e  $90 < IQA \leq 100$ , totalizando 70,0% das amostras coletadas. Os balneários de Alter do Chão e Pindobal foram os que apresentaram valores elevados de coliformes termotolerantes, possivelmente devido os efeitos antrópicos que poderiam ser mitigados com um turismo sustentável. O maior IQA e a maior transparência da água, identificados próximo a Tauari, evidenciaram efeitos mínimos nas águas superficiais pela ação antrópica nessa localidade. Conclui-se que os corpos hídricos são sensíveis a alterações e podem evidenciar ameaças à manutenção de áreas de uso conservacionista.

Palavras-chave: Unidade de Conservação; Rio Tapajós; Qualidade de Água.

## **Evidences of the effects of the anthropization in Flona Tapajós and its around using physicochemical and biological variables in surface waters in the Amazon**

### **ABSTRACT**

The Amazon basin has a large amount of water that must be conserved to meet the needs of present and future generations. The objective of this study was to evaluate evidences of the effects of human disturbance in the Tapajos National Forest and its surroundings using physicochemical and biological variables in surface waters. For the campaign, firstly, we analyzed the data series of precipitation in the region. The sampling in the Tapajos River occurred in areas of possible influences on the use and occupation of land. On-site assessments were carried out and conducted to laboratory analysis. The rainfall data for December 2012 were higher than the climatology for the region described, and recorded in the first fortnight was 48.0 % of the monthly total this year. The results of the Water Quality Index (WQI) indicated the predominance of "good" to "great", in which the tracks ranged between  $70 < WQI \leq 90$  and  $90 < WQI \leq 100$ , totaling 70.0 % of the samples collected. The balnearies Alter do Chão and Pindobal were those with high levels of fecal coliform, possibly due to anthropogenic effects that could be mitigated through sustainable tourism. The WQI high and transparency of the water greater, near at Tauari, showed minimal effects in surface waters by human activities in this locality. It is concluded that water bodies are sensitive to change and may show threats to the maintenance of conservation use areas.

Keywords: Conservation Unit; Tapajos River; Water Quality.

## 1. INTRODUÇÃO

A conservação de áreas de florestas na Amazônia vai além dos discursos idealistas, pois esses ambientes fornecem serviços ambientais essenciais que vão desde a manutenção do ciclo hidrológico e da biodiversidade até a garantia de oferta em possíveis mercados de carbono (Fearnside, 2013).

O Brasil possui condições ambientais favoráveis que o coloca em vantagem frente aos recursos naturais disponíveis, principalmente quanto ao aspecto bacias hidrográficas, como é o caso da Bacia Amazônica. Com isso, o uso conservacionista dos recursos hidrológicos demanda de investigações para apontar áreas críticas à preservação de ecossistemas aquáticos (Artaxo, 2007).

Um corpo hídrico em equilíbrio ecológico, que garanta a saúde e o bem-estar humano, depende que parâmetros físicos, químicos e biológicos estejam dentro de um nível de qualidade avaliado por condições e padrões específicos que assegurem seus usos preponderantes, conforme Resolução nº 357, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2012) destaca, por exemplo, que variações bruscas de temperatura em uma faixa de 3,0 a 4,0 ° C no mesmo dia podem ser letais para algumas espécies e que condições de pH podem corresponder à formação de um ecossistema mais diversificado tanto em meios aeróbicos quanto em anaeróbicos (CETESB, 2006). Silva et al. (2008) apontam 6 (seis) parâmetros fundamentais: temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos em suspensão. Na Amazônia, em específico, os ecossistemas aquáticos são importantes tanto para o ciclo da água regional, quanto para a energia hidrelétrica e utilizações da água em outras regiões do globo (Fearnside, 2004, 2013).

As avaliações de qualidade hídrica expressam o estado de uso e conservação em uma bacia hidrográfica e, portanto, auxiliam na tomada de decisão sobre a manutenção do equilíbrio ecológico. Espera-se que áreas legalmente protegidas na Amazônia possam fornecer bens e serviços ecossistêmicos às populações, bem como manter a biodiversidade. No entanto, muitas Unidades de Uso Sustentável estão sendo ameaçadas com perdas de suas áreas demarcadas, como é o caso da Floresta Nacional do Tapajós, localizada a oeste do estado do Pará, na Amazônia brasileira. Observa-se que, desde a sua criação na década de 70 do século passado (Brasil, 1974), houve redução de aproximadamente 4% do território demarcado. A recente retirada do município de Aveiro e da comunidade São Jorge (Brasil, 2012) reforçam que processos históricos associados a possíveis pressões decorrentes da expansão da fronteira agrícola na região, por exemplo, podem ameaçar a sustentabilidade se os sistemas de produção não utilizarem práticas conservacionistas, conforme ressaltam Martorano et al. (2004; 2012). Os processos de degradação das terras estão associados a fatores edáficos, climáticos e antrópicos (Manzatto et al., 2002).

A análise integrada dos sistemas aquático e terrestre, no espaço e no tempo, permite concluir que a degradação da qualidade da água se deve às alterações no uso e cobertura da terra e ao aumento populacional, traduzidos em fontes difusas e pontuais de poluição (Prado e Novo, 2006). Ao avaliarem constituintes ópticamente ativos na água, usando imagens hiperespectrais, Rudorff et al. (2006) identificaram três padrões de variação temporal e espacial no período de cheia e de vazante em águas brancas do Amazonas e águas claras do Tapajós, ou seja, aumento e reduções nas concentrações de matéria inorgânica em suspensão nos rios e de ocorrência de fitoplânctons nos lagos, refletindo na qualidade da água desses rios.

Quanto ao diagnóstico de qualidade de água, destacam-se na Amazônia os trabalhos de Siqueira et al. (2012) e Alves et al. (2012). No primeiro, os autores ressaltam a influência da expansão urbana ao longo do rio Parauapebas em áreas próximas às reservas de mata ciliar.

O segundo trabalho, realizado no rio Arari, na Ilha do Marajó, revelou um processo de eutrofização natural, com fontes de contaminação antrópica incipientes, o que, no entanto, não anula o alerta em um processo de longo prazo.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar condições físico-químicas e biológicas em águas superficiais para apontar evidências de uso conservacionista em áreas no entorno da Flona Tapajós (oeste do estado do Pará) para subsidiar possíveis estratégias sustentáveis na região de estudo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

A Unidade de Uso Sustentável, Floresta Nacional do Tapajós, está localizada a oeste do estado do Pará, com coordenadas geográficas 2° 45' a 4° 10' S e 54° 45' a 55° 30' W. Inserida no Bioma Amazônia, essa Unidade foi criada pelo Decreto nº 73.684 de fevereiro de 1974, mas sua área foi reduzida, recentemente, pela Lei Federal nº 12.678 de junho de 2012, totalizando atualmente uma área de 527.319 hectares, abrangendo os municípios de Aveiro, Rurópolis, Placas e Belterra.

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2002), uma Floresta Nacional (ou Flona) caracteriza-se como uma área com cobertura florestal com predominância de espécies nativas e seu objetivo básico é o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica.

Destarte, o Plano de Manejo da Flona Tapajós ressalta a integração de diferentes agrupamentos humanos, que desenvolvem atividades tradicionais de sistema de produção combinando cultivo de roçados, extrativismo, manejo agroflorestal, caça, criação de pequenos animais e pesca. As populações integradas são: comunidades ribeirinhas, indígenas, assentamentos e posseiros (Brasil, 2004), totalizando, atualmente 25 (vinte e cinco) comunidades, das quais 23 (vinte e três) estão situadas na zona ribeirinha.

Quanto ao acesso, este pode ser por vias fluviais, principalmente pelo rio Tapajós, ou terrestres, através da Rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém).

A rede hidrográfica da Flona caracteriza-se pela divisão de calhas do rio Tapajós, além de abrigar a nascente do rio Moju, afluente do rio Curuá-Una, cuja foz é no rio Amazonas, na região urbana de Santarém.

### **2.2. Levantamento de dados de campo**

Tendo em vista as dificuldades financeiras e o apoio logístico em função da distância entre Belém e a área de estudo, localizada próximo a Santarém, decidiu-se planejar as coletas de campo na Flona Tapajós no período de menor oferta pluvial na região.

Para subsidiar as avaliações do regime pluvial utilizou-se uma série histórica de 40 anos (1972 a 2012) do município de Belterra (2,63 ° Latitude S; 44,95 ° Longitude W e 155,74 metros de Altitude), a partir dos dados meteorológicos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Também foram utilizados dados das Normais Climatológicas (INMET, 2009), bem como os dados referentes ao ano de 2012, gentilmente cedidos pelo INMET, utilizando acesso permitido no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Assim sendo, no período de menor oferta pluvial procurou-se identificar ao longo do rio Tapajós elementos que apontassem evidências do estado de conservação na Unidade de Uso Sustentável (Flona).

O trabalho ocorreu após a capacitação da equipe, contando com o planejamento, separação de materiais e definição de variáveis investigadas a campo. Nessa etapa foram listados os itens necessários para garantir o sucesso do trabalho de campo. Cada item foi cuidadosamente conferido (*check-list*) para preservação, manuseio e transporte das amostras,

bem como as possibilidades de análises *in situ* e *ex situ* dentro dos prazos de validade, seguindo os protocolos de amostragem e análise de corpos d'água, padronizada pelo *Standard Methods for Water and Wastewater* (APHA, 2005) e regulamentados no Brasil pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011).

O período de viagem foi de 17 a 20 de dezembro de 2012. Nos dias anteriores fez-se reconhecimento e identificação de uso e cobertura do solo, utilizando o GPS (*Global Position System*) da marca *Garmin Etrex* de 12 canais, do tipo métrico de navegação, com precisão planimétrica aceitável. Essas informações foram coletadas via terrestre, ao longo da Rodovia BR-163, e via fluvial, no dia de coletas para compor a base de dados no âmbito do Projeto ROBIN (*Role of Biodiversity in Climate Change Mitigation*), no qual a pesquisa foi inserida.

Os dados obtidos com o GPS foram descarregados e plotados pela equipe do Projeto ROBIN. As informações dos locais de coletas foram identificadas no mapa de localização, contando-se com colaboração da equipe de geoprocessamento que utilizou a ferramenta Quantum Gis 2.0, licenciado pela *General Public License*. Os pontos foram associados à base de dados agregados do Instituto Brasileiro de Geografias e Estatísticas (IBGE, 2013).

As coletas das amostras de água no rio Tapajós e entorno da Flona, ocorreu no dia 19 de Dezembro e em seguida foram condicionadas e transportadas para Belém e levadas aos laboratórios para análise dos parâmetros. Foram selecionados 10 (dez) pontos de coleta no rio Tapajós e, em cada ponto, foram retiradas 4 (quatro) alíquotas, totalizando 40 (quarenta) amostras.

Neste contexto, a campanha iniciou às 6h00 do dia 19 de dezembro de 2012 com a saída das docas da cidade de Santarém, no entanto a primeira coleta só ocorreu após as 13h00, devido à distância da Flona e o período de reconhecimento via fluvial. A conclusão com retorno à Santarém foi às 20h00 do mesmo dia.

Ressalta-se que para dar suporte às coletas de campo a equipe contou com o apoio oficial do 4º Grupamento Bombeiros Militar (Santarém, Pará) que forneceu suporte de pessoal e lancha para deslocamento no rio Tapajós.

As amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno quimicamente inertes com tampas autolacráveis e frascos para oxigênio dissolvido, de vidro borossilicato com tampa esmerilhada e estreita (pontaguda) e foram transportadas em caixas térmicas lacradas e mantidas em conservação a uma temperatura de  $\pm 4,0^{\circ}\text{C}$ .

Com a utilização de um termômetro de mercúrio aferiu-se a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) superficial em cada ponto de coleta. Além disso, utilizou-se o disco de Secchi para determinar a coluna de transparência da água. O disco circular possui quatro divisões intercaladas com cores pretas e brancas e um cabo graduado para auxiliar na identificação da profundidade de visualização do disco. De acordo com a CETESB (2011), a medida de transparência pode ser considerada uma variável de qualidade, uma vez que estima a profundidade da zona fótica, ou seja, a profundidade de penetração vertical da luz solar na coluna d'água, que indica o nível da atividade fotossintética naquele corpo hídrico.

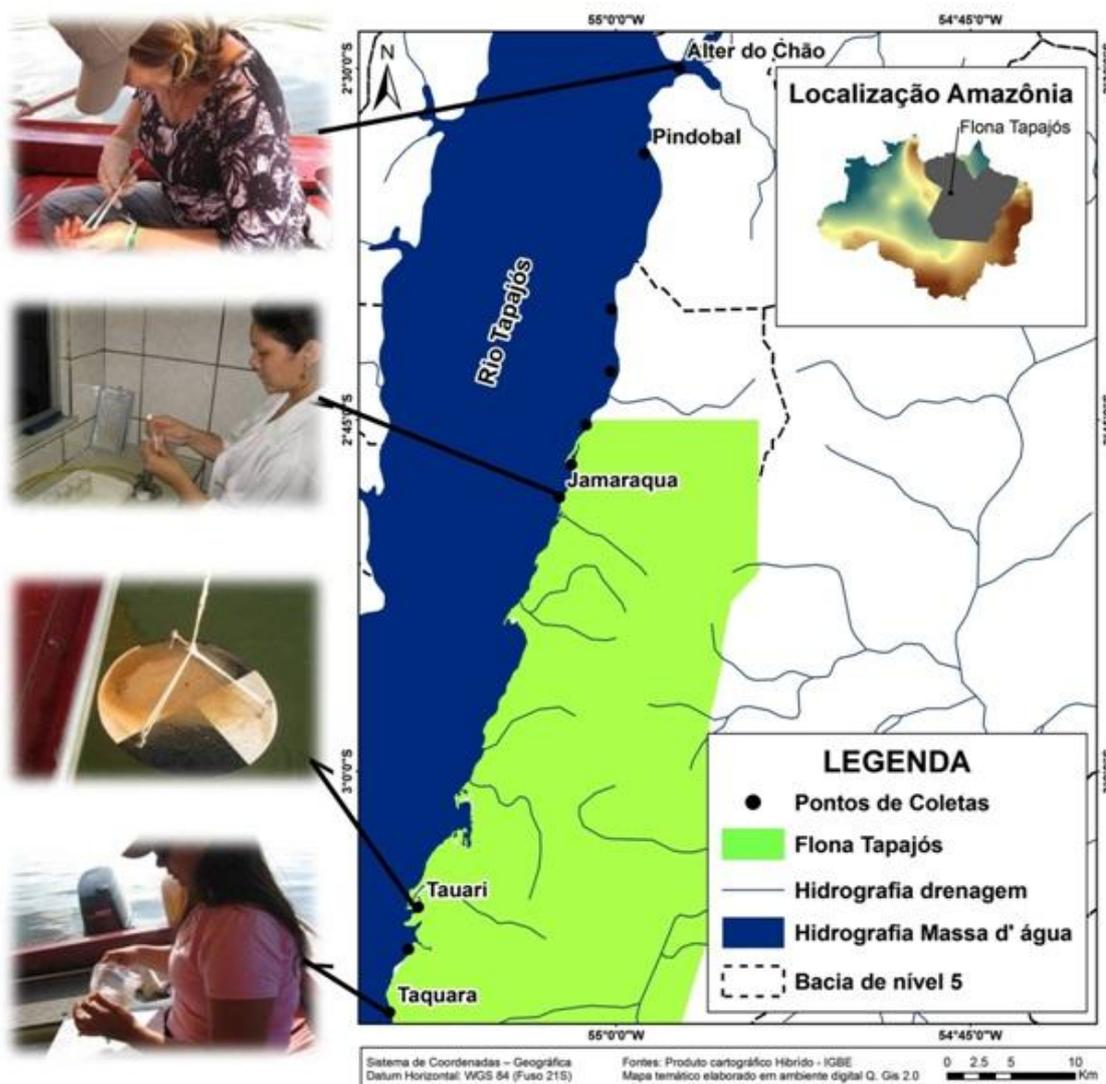
Os demais parâmetros (pH, Sólidos Totais, Fósforo total, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Turbidez, Nitrogênio Total, Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e Condutividade) foram determinados em laboratório.

Deu-se prioridade àquelas com o prazo de conservação menor que 24 horas, como: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes Totais e Termotolerantes e Nitrogênio Total (Nt).

Destaca-se que as amostras para Oxigênio Dissolvido (OD) foram fixadas, a campo, com 2 mL de Iodeto de Azida e 2 mL de Sulfato de Manganês, sendo levadas ao laboratório onde foram retiradas alíquotas para determinação do oxigênio dissolvido pelo método titulométrico de Winkler (Gatti et al., 2002), como descrito em APHA (2005). As alíquotas

foram rigorosamente codificadas em consonância com a respectiva marcação em GPS e o horário da coleta, além de serem detalhadas em fichas individuais que incluíam as coordenadas, condições de tempo como chuva, nebulosidade e temperatura do ar, no dia da coleta e nas últimas vinte e quatro horas.

Os dados adquiridos por via terrestre e fluvial foram georreferenciados e geraram o mapa de localização (Figura 1) da região contemplada nas ações desta pesquisa. Observa-se que as amostras foram coletadas no rio Tapajós próximo a comunidades e regiões de potencial atrativo turístico.



**Figura 1.** Localização dos pontos de coleta no rio Tapajós – Amazônia, Brasil.

Um corpo hídrico pode também ser caracterizado por meio da inferência de um indicativo de qualidade. O Índice de Qualidade de Água (IQA) foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos, e sintetiza em um fator único global a qualidade de água, a partir da ponderação de nove parâmetros (Coliformes Termotolerantes, pH, DBO, Nitrogênio e Fósforo total, Temperatura, Turbidez, Sólidos e Oxigênio Dissolvido) considerados mais representativos para a caracterização da qualidade da água (Von Sperling, 2007). No Brasil, o IQA da NSF foi modificado pela CETESB, que substituiu o Nitrato por Nitrogênio total e amplia as faixas nacionais de tolerância de níveis de IQA.

A cada parâmetro aplica-se um peso e o resultado das equações das curvas de qualidade são calculados a partir da Equação 1, que é o produtório das notas individuais de cada parâmetro, elevada aos respectivos pesos:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad [1]$$

Em que, o IQA representa o Índice de Qualidade das Águas (número entre 0 e 100);  $q_i$  a qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;  $w_i$  o peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade e o  $i$  refere-se ao número do parâmetro, variando de 1 a 9, ou seja, o número de parâmetros que compõem o IQA. Os valores dos índices variam entre 0 e 100 e a qualidade da água é classificada por faixas de IQA (Tabela 1).

**Tabela 1.** Faixas para classificação do IQA, segundo NSF e CETESB.

	Nível	Cor	Faixa de IQA
IQA NSF	Excelente	Azul	$90 < IQA \leq 100$
	Bom	Verde	$70 < IQA \leq 90$
	Médio	Amarela	$50 < IQA \leq 70$
	Ruim	Laranja	$25 < IQA \leq 50$
	Muito Ruim	Vermelha	$0 < IQA \leq 25$
IQA CETESB	Ótima	Azul	$80 \leq IQA \leq 100$
	Boa	Verde	$52 \leq IQA < 80$
	Aceitável	Amarela	$37 \leq IQA < 52$
	Ruim	Laranja	$20 \leq IQA < 37$
	Péssima	Vermelha	$0 \leq IQA < 20$

Fonte: Von Sperling, 2007.

### 2.3. Análise estatística descritiva, agrupamentos e componentes principais

As análises estatísticas foram realizadas com o apoio de parceiros científicos da ESALQ/USP, que utilizaram o programa SAS (SAS, 2008). As variáveis usadas no tratamento estatístico foram: pH, Sólidos Totais ( $\text{mg L}^{-1}$ ), Fósforo total ( $\text{mg L}^{-1}$ ), Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ), Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $\text{mg L}^{-1}$ ), Turbidez (UNT), Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), Nitrogênio Total ( $\text{mg L}^{-1}$ ), Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais ( $\text{NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$ ), Transparência (cm), Condutividade ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) e Índice de Qualidade de Água (IQA).

Destaca-se que foram aplicados dois métodos de análises multivariadas: agrupamento (*clusters*) e análise de componentes principais. Os componentes principais foram obtidos por meio da matriz de correlação para que não houvesse predominância em relação às variáveis com maiores variâncias. A partir da matriz de correlação foram obtidos os autovalores e autovetores, os quais indicam o sentido da rotação dos eixos das coordenadas definidos pelas variáveis originais. Os autovalores representam as variâncias destes novos eixos coordenados. O número de componentes principais retidos na análise foi definido com base em dois discernimentos: pela porcentagem cumulativa da explicação da variação total e pela

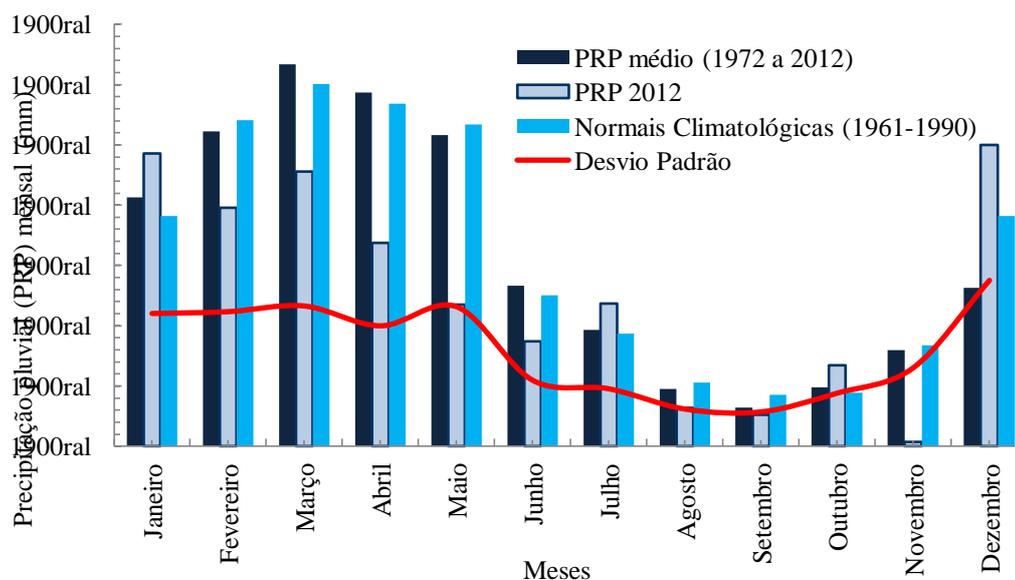
representação gráfica do *Screen plot* (gráfico não apresentado nesse trabalho). A obtenção dos componentes principais é descrita por Manly (2004) e Mingoti (2005).

Após análise dos componentes principais foram representadas graficamente em um plano bidimensional, o Biplot e o Triplot, buscando identificar as observações discrepantes e o comportamento da correlação entre as variáveis, para observar as associações entre os pontos amostrais e as variáveis, bem como indicar quais variáveis são responsáveis pela explicação de cada ponto (Ferreira, 2011).

Na análise dos *clusters* utilizaram-se procedimentos hierárquicos, o cálculo das distâncias entre os objetos foi realizado com o conjunto de dados padronizados com o objetivo de dar um peso igual a cada um dos atributos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar o regime pluvial mensal em Belterra (Figura 2) observa-se que de julho a dezembro existe a menor oferta pluvial. Observando a série histórica de 1972 a 2012, as médias pluviais foram superiores aos totais de precipitação ocorridos nos meses de fevereiro a junho e agosto a novembro de 2012. Os demais meses, em 2012, foram mais pluviosos em relação à série histórica. Ao comparar com o volume precipitado, com base nas normais climatológicas, nota-se que na série de 40 anos a pluviosidade segue o padrão semelhante na maioria dos meses, com exceção de maio e dezembro. Nesses meses ocorrem as maiores flutuações no regime pluvial, expressas pelo desvio padrão. Em dezembro, a média de chuvas é da ordem de 150,0 mm, e em 2012 choveu 250,0 mm, apontando uma oferta pluvial de 100,0 mm acima da média da série histórica de 40 anos, bem como em termos de normais climatológicas. De dezembro a maio as chuvas mensais ultrapassam os 100 mm mensais sendo que janeiro a abril o total varia entre 150,0 a 320,0 mm. A climatologia aponta que valores mais elevados, em termos de cotas pluviais, ocorrem em março. Em termos de quantidade de água precipitada, o mês de dezembro de 2012 foi mais pluvioso em relação às normais climatológicas e à série de 40 anos analisada.



**Figura 2.** Precipitação pluvial mensal (mm) e o desvio padrão em Belterra (PA) nos três períodos analisados (1961 a 1990; 1972 a 2012 e no ano de 2012).

Antes da coleta (19/12/2012), na estação meteorológica de Belterra, houve um período de 15 dias sem registros de chuva, indicando condições propícias às avaliações em águas superficiais, no Rio Tapajós, conforme os pressupostos metodológicos da pesquisa.

Ao observar os valores diários, identificou-se que no dia 01 de dezembro choveu 72,8 mm, prolongando-se as chuvas no dia 02 e dia 03, que recebeu o segundo maior registro com 43,0 mm, totalizando nos três primeiros dias 119,0 mm. Ou seja, quase metade das chuvas neste período ocorreu 15 dias antes da campanha, o que não interferiu no foco inicial de coletar amostras sem a interferência do aporte de água depositada na bacia através das chuvas.

Reforça-se ainda, que na primeira quinzena as chuvas se concentraram no primeiro quinquídio, representando cerca de 48,0% dos eventos, sendo, o restante, distribuídas no quinto, quarto e sexto quinquídio do referido mês. Esses resultados corroboram com as avaliações de Martorano et al. (2004) e Marengo (2005) em seus estudos sobre a Amazônia.

Assim, escolheu-se realizar as coletas ainda no período de menor oferta pluvial, pois os dados obtidos podem expressar somente as alterações no uso conservacionista na região ribeirinha da Flona, sem a influência do aporte de água e particulado que pode ser depositado na bacia em períodos de intensos eventos de chuva.

Os resultados da qualidade hídrica superficial são apresentados na Tabela 2, na qual se observa que 7 dos 10 pontos de coleta, enquadram-se na faixa de boa qualidade de água para os padrões de comparação internacional, estabelecidos pela NSF.

Se for comparar aos padrões nacionais, 80,0% enquadram-se na faixa de boa qualidade e 20% com ótima qualidade. Merece destaque ao IQA das amostras coletadas próximas a comunidade de Tauari, onde o IQA foi o mais elevado, 85.

Os locais considerados com média qualidade de água, nas faixas da NSF foram São Domingos, Pindobal e Alter do Chão, que nas faixas da CETESB passaram para a condição de boa qualidade de água. Todavia, é importante ressaltar que para os padrões nacionais e internacionais o uso conservacionista na Flona Tapajós e seu entorno pode garantir a manutenção do potencial turístico, principalmente nos balneários ao longo dessa Unidade de Uso Sustentável, na Amazônia.

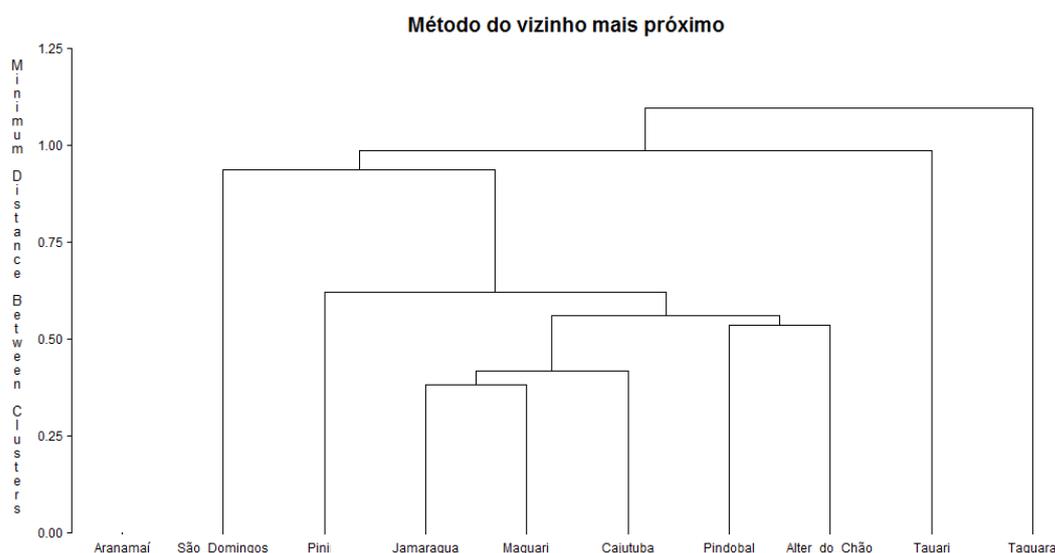
**Tabela 2.** Índice de Qualidade da Água (IQA) em localidades na Flona Tapajós e seu entorno.

<b>Pontos (Comunidade)</b>	<b>IQA</b>	<b>NSF</b>	<b>CETESB</b>
F1(São Domingos)	64	Médio	Boa
F2 (Tauari)	85	Bom	Ótima
F3 (Taquara)	71	Bom	Boa
F4 (Pini)	72	Bom	Boa
F5 (Jamaraquá)	79	Bom	Boa
F6 (Maguari)	78	Bom	Boa
F7 (Aramanaí)	75	Bom	Boa
F8 (Cajutuba)	81	Bom	Ótima
F9 (Pindobal)	70	Médio	Boa
F10 (Alter do Chão)	70	Médio	Boa

Utilizando as Análises de Agrupamento é possível identificar que pelo método de vizinhos mais próximos que as condições físico-químicas expressas em pH, sólidos totais, fósforo, oxigênio dissolvidos, DBO, turbidez, temperatura da água, coliformes termotolerantes e totais, transparência, condutividade e IQA são semelhantes em Jamaraquá e Maguari. Também, nas localidades de Pindobal e Alter do Chão as condições apresentam semelhanças físico-químicas e biológicas, entre si. Taquara e Aramanaí apresentaram bom IQA, mas pela análise de *clustes* (Figura 3) suas características físico-químicas foram distintas, possivelmente devido aos efeitos da presença de coliformes termotolerantes e totais, os quais foram praticamente 5 vezes superiores aos valores obtidos em Aramanaí, bem como os de sólidos em suspensão que em Taquara foram cerca de 33,0% a mais do que em

Aramanaí, evidenciando possíveis perturbações no ambiente aquático investigado. Os valores de pH nos dez pontos coletados variaram de 5,33 (Pini) a 6,03 (Alter do Chão). Caracterizado por Sioli (1984) como um rio de água clara, o rio Tapajós possui águas não muito ácidas. Porém, observou-se nos dados, pH abaixo da neutralidade, tendendo à acidez. Isto pode ser atribuído à decomposição de matéria orgânica que influencia a acidez natural das águas.

Alves et al. (2012) verificaram valores do IQA variando de "Ruim" e "Regular" no Rio Arari, na Ilha do Marajó, os quais provavelmente relacionados aos elevados níveis de coliformes termotolerantes, baixas concentrações de oxigênio dissolvido e pH ácido. Os autores encontraram valores de pH no período chuvoso em média de 5,22 e no menos chuvoso de 6,28 no rio Arari.



**Figura 3.** Análise de agrupamento pelo método do vizinho mais próximo nos 10 pontos de coletas na Flona Tapajós e seu entorno.

Os autovalores da matriz de correlação foram 5,15; 3,44; 1,77; 1,28; 0,96; 0,22; 0,12 e 0,05; e para os demais iguais a 0,00. No total, esses somam 13,0 e representam a variação total das condições hídricas analisadas. Assim, o primeiro componente principal explica (5,15/13) 100,0%, ou seja, cerca de 40,0% da variância total. Similarmente, os outros componentes principais na respectiva ordem contam com 27,0%, 14,0% e o restante distribuído nos demais componentes principais da variância total. O primeiro componente principal é, portanto o mais importante. Os três primeiros componentes principais explicam juntos cerca de 80,0% do total da variação. Considerando um corte de 30,0%, os três componentes principais estão representados pelas Equações 2, 3 e 4, a seguir:

$$CP_1 = 0,3993 \cdot ST + 0,3670 \cdot DBO + 0,4059 \cdot Turb + 0,3291 \cdot CT - 0,3567 \cdot Trans \quad [2]$$

$$CP_2 = 0,3478 \cdot pH + 0,3548 \cdot P_T + 0,3499 \cdot OD - 0,4529 \cdot N_T + 0,4569 \cdot CTT - 0,3042 \cdot IQA \quad [3]$$

[4]

$$CP_3 = 0,4543 \cdot Temp + 0,4545 \cdot CT - 0,4758 \cdot Cond + 0,4049 \cdot IQA$$

Em que, considera-se: ST = Sólidos Totais; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; Turb = Turbidez; CT = Coliformes Totais; Trans = Transparência da Água; P<sub>T</sub> = Fósforo Total; N<sub>T</sub> = Nitrogênio Total; CTT = Coliformes Termotolerantes; IQA = Índice de Qualidade de Água; Cond = Condutividade; Temp = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido.

O CP<sub>1</sub>, apresentado na equação (2), indica um contraste existente entre sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez e coliformes totais com a transparência da água. Portanto, os locais São Domingos e Taquara são caracterizados por apresentar altos índices de efeitos positivos dessa equação e baixo índice para a transparência da água. O gráfico Biplot apresentado na Figura 04 (a) corrobora com o que está sendo discutido. Por outro lado, Tauari, por exemplo, destaca-se pela transparência da água e por apresentar baixos índices de sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez e coliformes totais.

No CP<sub>2</sub> observa-se um contraste entre pH, oxigênio dissolvido, fósforo total, coliformes termotolerantes com o nitrogênio total e o índice da qualidade da água. Observa-se que os locais Alter do Chão e Pindobal possuem altos índices de Ph, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termotolerantes localizando na parte positiva do eixo do CP<sub>2</sub>. Esses mesmos locais apresentam índices mais baixos para nitrogênio total e o índice da qualidade da água. Tauari e Jamaragua ao contrário de Alter do Chão e Pindobal possuem índices mais elevados para nitrogênio total e o IQA localizando-se na parte negativa do eixo do CP<sub>2</sub> na Figura 04 (a).

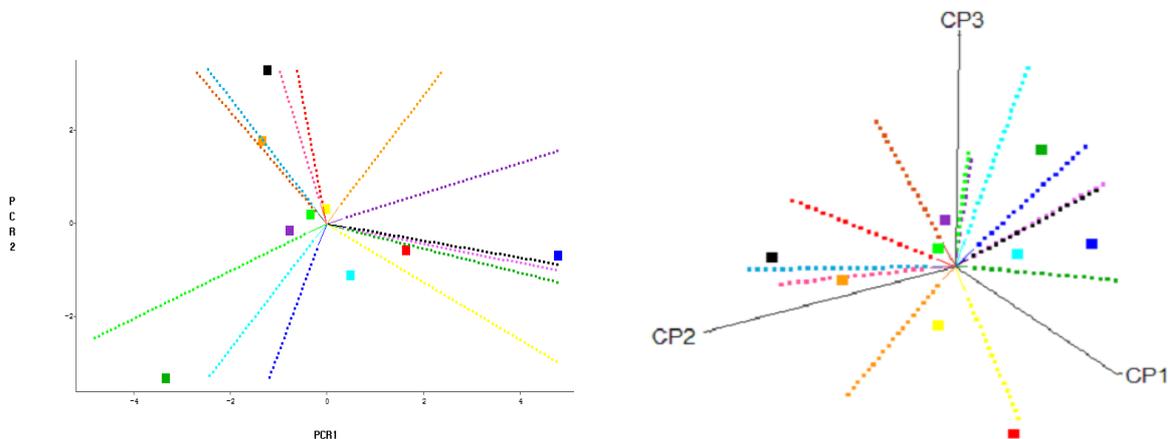
O CP<sub>3</sub> mede o contraste entre temperatura, coliformes totais e índice de qualidade da água com a condutividade, equação (4) apresentada. Os locais onde foram feitas as análises em Pini e São Domingos foram os que apresentaram altos índices para condutividade e índices baixos para temperatura, coliformes totais e índice de qualidade da água. Nessa mesma equação, destaca-se Cajutuba, Taquara, Jamaragua e Tauari por apresentarem valores mais elevados de temperatura, coliformes totais e índice de qualidade da água e baixos índices para condutividade. O gráfico Triplot apresentado na Figura 04 (b) confirma essas relações. Destacam-se as comunidades de Maguari, Pini e Cajutuba por apresentarem na média geral em relação a todas as variáveis medidas. Essas comunidades, portanto, ficam no centro do gráfico Biplot apontando o ponto médio.

O Biplot e o Triplot ilustrado na Figura 04 (a) e (b) evidenciam a contribuição de cada local onde foram realizadas as coletas e cada variável por um vetor [pH, Sólidos Totais (mg L<sup>-1</sup>), Fósforo total (mg L<sup>-1</sup>), Oxigênio Dissolvido (mg L<sup>-1</sup>), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg L<sup>-1</sup>), Turbidez (UNT), Temperatura da água (° C), Nitrogênio Total (mg L<sup>-1</sup>), Coliformes Termotolerantes e Totais (NMP 100 mL<sup>-1</sup>), Transparência (cm), Condutividade (μS cm<sup>-1</sup>) e IQA], permitindo assim, avaliar as relações entre as variáveis ou não, entre os mesmos. Pelo Biplot, representado na Figura 4 (a), verificou-se uma forte correlação positiva entre as variáveis: Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Sólidos Totais.

Também, existe uma correlação entre Temperatura da água e Oxigênio Dissolvido. Houve correlações negativas entre as variáveis IQA e Fósforo total, assim como, Transparência e Coliformes Totais. Todas essas correlações puderam ser observadas também na matriz de correlação (não apresentada nesse trabalho). Em se tratando das análises de componentes principais, representadas na Figura 4 (b) Triplot, estas reforçam que os pontos com alta presença de coliformes termotolerantes em Alter do Chão e Pindobal, verificada entre CP<sub>2</sub> e CP<sub>3</sub>, são diametralmente opostos aos valores de Turbidez, observados em Jamaraguá e Taquara. No ponto próximo a comunidade de Tauari, os valores de Oxigênio Dissolvido foram os mais elevados e a coluna de transparência, verificada *in situ*, atingiu

quase dois metros, reforçando o estado de conservação mais expressivo nas variáveis hídricas investigadas, localizados próximo ao eixo CP<sub>3</sub>.

Ainda analisando o gráfico Biplot, pela proximidade do ponto, consolida-se a forte correlação da comunidade Tauarí com o eixo do IQA. Pode-se ponderar o fato de nesta região não ocorrer o acesso para uso turístico, refletindo, portanto, nas melhores condições hídricas, em relação aos demais locais avaliados na Flona e seu entorno.



(a) Biplot dos escores dos dois componentes principais mais importantes referentes as 13 variáveis do estudo.

(b) Triplot dos escores dos três componentes principais mais importantes referentes as 13 variáveis do estudo.

#### Legendas

■ F1 (São Domingos)	■ F6 (Maguari)
■ F2 (Tauarí)	■ F7 (Aranamaí)
■ F3 (Taquara)	■ F8 (Cajutuba)
■ F4 (Pini)	■ F9 (Pindobal)
■ F5 (Jamaraua)	■ F10 (Alter do Chão)

Variáveis padronizadas	Eixo Biplot	Ref. Linha
pH	—	.....
STD_mg_L	—	.....
Pt_mg_L	—	.....
OD_mg_L	—	.....
DBO_mg_L	—	.....
Turb_UNT	—	.....
Temp_C	—	.....
Nt_mg_L	—	.....
CTT_NMP_100_mL	—	.....
ColiTotais_NMP_100mL	—	.....
TRANSP_cm	—	.....
Cond_uS_cm	—	.....
IQA	—	.....

**Figura 4.** Avaliação usando o Método dos componentes principais<sup>1</sup>.

Entre as 10 localidades avaliadas os maiores valores de DBO foram observados em Taquara, indicando que há maior incremento de matéria orgânica e, portanto, possíveis comprometimentos no equilíbrio ecossistêmico, como, por exemplo, a oferta de pescado que é base da alimentação de comunidades ribeirinhas, na Amazônia.

## 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se:

- O ritmo climático evidenciou que o mês de Dezembro marca a fase intermediária entre o fim do período de menor oferta pluvial e o início das chuvas.

<sup>1</sup>Nota: STD\_mg\_L: Sólidos Totais (mg L<sup>-1</sup>), Pt\_mg\_L: Fósforo total (mg L<sup>-1</sup>), OD\_mg\_L: Oxigênio Dissolvido (mg L<sup>-1</sup>), DBO\_mg\_L: Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg L<sup>-1</sup>), Turb\_UNT: Turbidez (UNT), Temp\_C: Temperatura da água (°C), Nt\_mg\_L: Nitrogênio Total (mg L<sup>-1</sup>), CTT\_NMP\_100\_mL: Coliformes Termotolerantes (NMP 100 m L<sup>-1</sup>), ColiTotais\_NMP\_100mL: Coliforme Totais (NMP 100 m L<sup>-1</sup>), TRANSP\_cm: Transparência (cm) e Cond\_uS\_cm: Condutividade (µS cm<sup>-1</sup>).

- Nas proximidades da comunidade do Tauarí a coluna de transparência da água, o IQA e a baixa ocorrência de coliformes termotolerantes evidenciam o estado de conservação refletido nas variáveis hídricas avaliadas;
- As águas próximas aos balneários de Alter do Chão e Pindobal apontam efeitos de antropização pela alta presença de coliformes termotolerantes em relação aos demais pontos analisados;
- Nesses balneários (Alter do Chão e Pindobal), apesar dos valores estarem dentro dos limites aceitáveis com IQA nas faixas entre médio e bom, alerta-se para cuidados quanto ao uso sustentável e para a manutenção do seu potencial turístico;
- Os valores elevados de DBO em Taquara indicam que há maior disponibilidade de incremento de matéria orgânica, o que pode induzir ao completo esgotamento de oxigênio na água e comprometer a vida aquática;
- Os corpos hídricos são sensíveis às alterações no uso e cobertura do solo e podem evidenciar possíveis alterações capazes de ameaçar o equilíbrio em áreas de uso conservacionista como é o caso da Floresta Nacional do Tapajós.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21 ed., Washington, 2005. 4358 p.

ALVES, I. C. C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. L. S.; MONTEIRO, S. M.; BARBOSA, L. P. F.; GUIMARÃES, J. T. F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). *Acta Amazônia*, 2012, vol.42, n.1, pp. 115-124.

ARTAXO, P. Opportunities for research in global changes in the field of chemistry. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 18, n. 2, abr. São Paulo, 2007. pp 0-0.

BRASIL. **Decreto de criação da Floresta Nacional do Tapajós**. Decreto Nº 73.684, de 19 de fevereiro de 1974. Brasília, 1974.

\_\_\_\_\_. **Flona Tapajós, Plano de Manejo: Informações Gerais**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Ministério do Meio Ambiente, 2004. v. 1, 372 p.

\_\_\_\_\_. **Lei sobre alterações nos limites dos Parques Nacionais da Amazônia, dos Campos Amazônicos e Mapinguari, das Florestas Nacionais de Itaituba I, Itaituba II e do Crepori e da Área de Proteção Ambiental do Tapajós**. Lei Nº 12.678, de 25 de junho de 2012. Brasília, 2012.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2005**. São Paulo: CETESB, 2006.

\_\_\_\_\_. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Agência Nacional de Águas. Brasília, 2011. 326 p.

\_\_\_\_\_. **Águas Superficiais: Variáveis de Qualidade de água.** São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 01 ago. 2012.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, 23p.

FEARNSIDE, P. M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. **Ciência Hoje.** v. 34. pp. 63-65. Abril, 2004.

\_\_\_\_\_. Serviços ambientais provenientes de florestas intactas, degradadas e secundárias na Amazônia brasileira. pp. 29-62. *In:* PERES, C.A.; GARDNER T.A.; BARLOW, J.; VIEIRA, I.C.G. (eds.). **Conservação da Biodiversidade em Paisagens Antropizadas do Brasil.** Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. 587 p.

FERREIRA, D. F. **Estatística Multivariada.** 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2011. v. 1. 675 p.

GATTI, S.; BREY, T.; MULLER, W.E.G; HEILMAYER, O.; HOLST, G. Oxygen microoptodes: a new tool for oxygen measurements in aquatic animal ecology. **Marine Biology,** pp. 1075-1085, February, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografias e Estatísticas. **Banco de Dados Agregados ao Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 04 fev. 2014.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil.** INMET, 2009. 465p.

MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods a primer.** 3. ed. Chapman&hall, New York, 2004. 215p.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. PERES, J. R. R. **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002, 174 p.

MARENGO, J. **Characteristics and variability of the water budget in the Amazon Basin.** *Climate Dynamics,* 2005. v. 24. pp.11-22.

MARTORANO, L. G.; NECHET, D.; MANZATTO, C. V.; REBELLO, E.; BERTOLOSSI, R. Pluviometric variations as subsidiary information for agricultural planning in the Amazon. *In: International Soil Conservation Organization,* v 13. ISCO, 2004.

\_\_\_\_\_; BERGAMASCHI, H.; FARIA, R. T.; DALMAGO, G. A. Decision Strategies for Soil Water Estimations in Soybean Crops Subjected to No-Tillage and Conventional Systems, in Brazil. **Problems, perspectives and challenges of agricultural water management.** 1 ed. Intech: Croácia, 2012.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 295p.

PRADO, B. P.; NOVO, M. L. M. N. Análise espaço-temporal da relação do estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP) com o potencial poluidor da Bacia hidrográfica. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. São Paulo, 2006.

RUDORFF, C. M.; NOVO, E. M. L. M.; GALVÃO, L. S.. Spectral mixture analysis for water quality assessment over the Amazon floodplain using Hyperion/EO-1 images. **Revista Ambiente Água**. v.1. n 2. Taubaté, 2006, pp. 65-79,

SAS, Institute. **SAS statistical software**. Release 9.2, Cary, NC: SAS Institute, 2008.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonia**. 2008, vol.38, n.4, pp. 733-742.

SIOLI, H. The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighth Tropical River and it's Basin. **Monographie Biologicae**, v. 56, 1984.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil). **Acta Amazonia**. 2008, vol.42, n.3, pp. 413-422.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Texto da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 e vetos da presidência da República ao PL aprovado pelo Congresso Nacional. **Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. São Paulo, 2002. ed. 2., 76 p.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: DESA, 2007. 588 p.

#### 4. CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões extraídas a partir dos resultados obtidos no trabalho de mestrado, bem como recomendações que foram identificadas como pertinentes a possíveis estudos nessa linha temática na Amazônia.

Recursos financeiros, distância da área de campo, disponibilidade de equipamentos e sensores para automatizar as coletas em outras épocas do ano, bem como a aplicação de técnicas de geotecnologias poderiam ampliar as análises de sazonalidades, efeitos extremos capazes de expressar, por exemplo, as plumas de sedimentos em suspensão decorrentes de efeitos de interação do uso e cobertura do solo, chuvas intensas e processo erosivo em áreas com e sem influências de ações antrópicas.

Nas áreas mais próximas a Belterra recomenda-se o uso de práticas conservacionistas como sistema de cultivos de grãos em sistema plantio direto. Já nas áreas mais próximas ao município de Rurópolis onde a declividade é mais acentuada e o relevo mais elevado, o uso de sistema pecuário integrado apresenta-se como alternativa conservacionista, pois o potencial erosivo das chuvas nesta região é mais expressivo quando comparado ao município de Belterra.

O uso do solo e da água na Flona Tapajós merece atenção especial quanto ao volume de água precipitada que pode promover sérios danos quanto a erosão hídrica, além de comprometer a qualidade da água pelo volume de sedimento que poderá ser carregado para o rio Tapajós, comprometendo sua turbidez, pH, transparência da coluna de água e outras respostas quanto aos valores de coliformes termotolerantes, por exemplo.

Comunidades ribeirinhas, como as residentes na Flona Tapajós, necessitam dos recursos hídricos para usos múltiplos, como locomoção, uso doméstico, sustentos proteicos e econômicos, e lazer podem comprometer os bens e serviços ecossistêmicos que o Tapajós oferece às populações que vivem nessa UC e seu entorno. O monitoramento ambiental e a compensação através de pagamentos por serviços ambientais são alternativas para garantir o uso conservacionista em áreas legalmente protegidas na Amazônia.

## ANEXOS

### NORMAS DA REVISTA BIOGEOSCIENCE (ARTIGO 1)

#### ***Technical Instructions for MS WORD and Compatible Formats***

---

To prepare your manuscript in a format compatible with MS WORD 2000 (DOC or RTF), please use the template files [example.doc](#)  or [example.rtf](#)  and consider the Generic Manuscript Style.

 Not only commercial software products, but also freeware programmes can be used to create RTF files compatible with MS WORD 2000 (e.g. [Libre Office](#)  or [OpenOffice Writer](#) .

However, please be aware that the production process for manuscripts in MS WORD 2000 compatible formats requires more time than for LaTeX manuscripts. Moreover, internal links from the text to individual figures, tables and references (as with BG) are implemented in the PDF files of papers produced from LaTeX manuscripts, but this is currently not possible for MS WORD manuscripts and therefore have to be implemented by the Copernicus Publications Production Office.

 The Microsoft equation editor and not the graphic mode must be used when compiling equations in your MS WORD document!

#### ***Prepare a PDF File from a MS WORD Document***

---

The easiest way to produce a PDF file from a document compatible with MS WORD 2000 (DOC or RTF) is using commercial software from Adobe. It offers five [Free Online Trials](#)  to convert any document to PDF.

Another possibility for Windows (98/ME/NT/2000/XP) systems using free software is described here:

Download the [Adobe Postscript Driver](#)  and install it by executing the file. In the setup programme choose [Local Printer], under available Ports choose [FILE: Local Ports], and then [Generic Postscript Printer]. After successful installation you can access your MS Word document and print it using the newly installed Generic Postscript Printer. This will produce a postscript file of your document called "filename.prn".

Then download the programmes [Gsview](#)  and [Ghostscript](#)  and install them by executing the self-extracting files. In the setup programme, always choose the

default. After successful installation you can start the programme Gsview and open the previously produced postscript file "filename.prn". Then go to [File] [Convert]. In the menu, choose device: pdfwrite, resolution: 600, mark all pages and click okay. This will produce a PDF file of your document.

 Please do not use the standard procedure as described in MS WORD. This might cause printing problems. Therefore, please make sure that your PDF file can be printed on a PostScript printer before submitting the file.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
TEMPLATE

# How the western frontiers were won with the help of geophysics

J. G. Smith<sup>1</sup> and H. K. Weston<sup>2,\*</sup>

[1]{Institute for Historical Geophysics, Houston, Texas}

[2]{School for Military Advances, London, United Kingdom}

[\*]{now at: Playa del Ingles, Gran Canaria}

Correspondence to: J. G. Smith (jgsmith@coldmail.com)

## Abstract

To date, very little has been written about the very important role played by the magnetosphere during the conquest of the Western Hemisphere. This paper tries to fill this gap by drawing on historical documents from the years 1492 to 1888, the most vital years for this development. Almost no conclusions are drawn as the influence appears to approach absolute zero.

## Introduction

With the discovery of America (Columbus, 1492) a new continent was opened up. However its full exploitation by Europeans and their offspring was not fully complete until many centuries later, as reported by James et al. (1776).

During this interval, known as the Winning of the West (Smith and Weston, 1954), a major role in the development of the continent was played by the lowly revolver (e.g. Green et al., 1900). Recently, Phillips (1999) suggested that the magnetosphere could have played an even more significant role. In order to pursue this conjecture, the authors of this work have carried out a historical survey and have found startlingly little evidence for such a claim.

## 1 **The discovery**

2 America was discovered by Columbus (1492), as illustrated in Fig. 2. Without the use of the  
3 compass, this would never have been possible. In fact, this could be considered the most  
4 important (and only) contribution of the geomagnetism to the development of the American  
5 continent. A painting of Christopher Columbus is shown in Fig. 1.

6 The subsequent taming of the West took place with considerable quantities of lead, but since  
7 this metal is non-magnetic, there are no geomagnetic variances attributed to it.

8

## 9 **The next five centuries**

10 In Sect. 1, the discovery of America was described. Here we will outline the subsequent  
11 history until the present. This is best summarized in Table 1.

12 As can be seen from Table 1, there is almost no mention of geomagnetism or the  
13 magnetosphere at all. This sorry situation is discussed further and explained away in Sect. 4.

## 14 **The mathematics of development**

15 The complete mathematical description is beyond the scope of this report, but can be found in  
16 Smith and Weston (1954). The basic equation is

$$17 \quad z = \sqrt{x^2 + y^2}. \quad (1)$$

18 In addition to Eq. (1), we also have

$$19 \quad x = A \sin \theta, \quad (2)$$

$$20 \quad y = A \cos \theta, \quad (3)$$

$$21 \quad A = \int_0^{\infty} df(t). \quad (4)$$

22 Equations (1) and (2) together describe the entire time development of the history of America.  
23 Again no geomagnetic term enters.

## 24 **Pseudo-mathematics**

25 In addition to the true mathematics mentioned above, there are a number of pseudo-  
26 mathematical theories, but these cannot be seriously considered by reputable scientists.

## 1 **The chemistry of development**

2 An important equation in the chemistry of the development is



4 Moreover, it is necessary to consider photochemistry:



6

## 7 **Conclusions**

8 Considering Fig. 2 and Table 1 we see that the influence of the geomagnetic and  
 9 magnetospheric terms is negligible. Furthermore, Eqs. (1) and (2) add no insight to the  
 10 problem. We must therefore conclude that Phillips (1999) incorrectly supposed such a  
 11 connection to exist.

12 In spite of this negative result, research will continue on this highly interesting question. For  
 13 if it were to prove correct, then the consequences would be enormous to say the least.

14

## 15 **Appendix A: Mathematical background**

16 Apart from the following equation there is not very much to say about mathematical  
 17 background to this topic.

$$(1-x)^n = 1 - nx + \frac{n(n-1)}{2}x^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{3 \cdot 2}x^3 + \dots \quad (A1)$$

19

## 20 **Acknowledgements**

21 The authors thank their colleagues for continuing support and discussion around the coffee  
 22 breaks. The editor thanks X. Y. Furore and another referee for assisting in evaluating this  
 23 paper.

24

## 1 **References**

2 Columbus, C.: How I Discovered America. Hispanic Press, Barcelona, 1492.

3 Green, R. J., Fred, U. P., and Norbert, W. P.: Things that go bump in the night, Psych. Today,  
4 46, 345-678, 1900.

5 James, K., Harris, Jr., G., and Wollops, W.: American independence and magnetism, Revol.  
6 Tracts, 32, 34-55, 1776.

7 Phillips, T. P.: Possible influence of the magnetosphere on American history, www.sma-  
8 london.ac.uk/~phillips/magnet\_infl.htm, 1999.

9 Smith, J. G. and Weston, H. K.: Nothing particular in this year's history, J. Oddball Res., 2,  
10 14-15, 1954.

11

1 Table 1. The History of America from Discovery to Present.

---

Date	Event	Ref.
1492	Discovery	Columbus (1492)
1776	Independence	James et al. (1776)
1954	Nothing much	Smith and Weston (1954)
1999	Present	Phillips (1999)

---

2

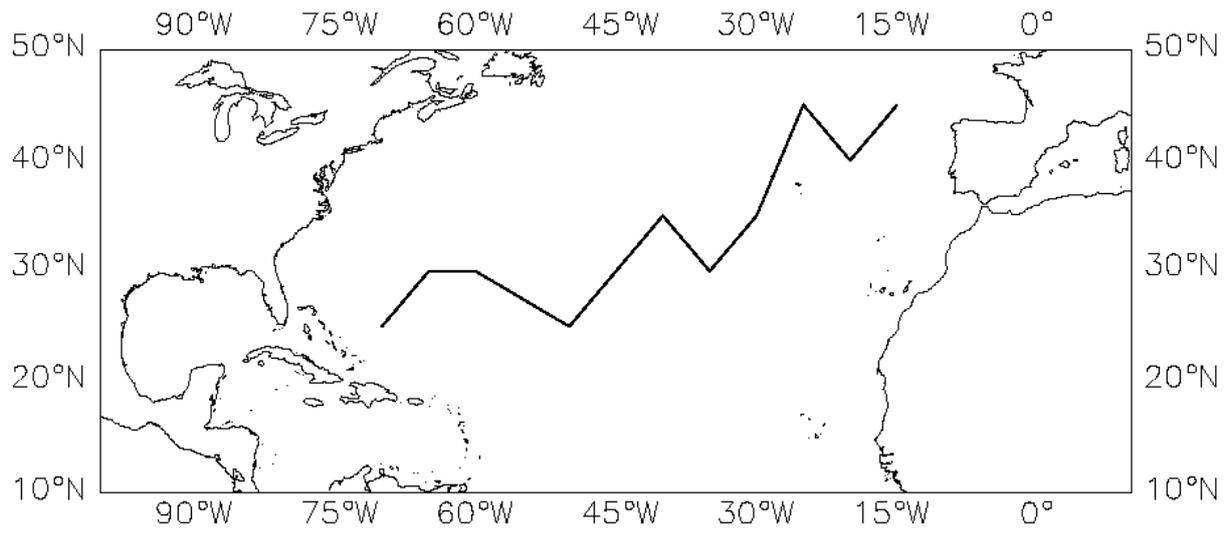


1

2

3 Figure 1. Sebastiano del Piombo painted this portrait thirteen years after Columbus's death  
4 (from the Columbus Navigation Homepage).

5



1

2

3 Figure 2. Columbus's voyage to the New World (a rough approximation)

## NORMAS DA REVISTA AMBIENTE & ÁGUA (ARTIGO 2)

### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

#### **Escopo e política**

O periódico publica artigos inéditos em Inglês, Português ou Espanhol na área interdisciplinar, com inserção nas áreas de Ciências Ambientais, Recursos Hídricos, Hidrologia, Hidrogeologia, Engenharia Ambiental e Saneamento, Engenharia Florestal e Recursos Florestais, Ecologia, Aquicultura, Oceanologia e Recursos Pesqueiros, Agronomia, Agrometeorologia e Engenharia Agrícola, Mudanças Globais, Engenharia de Pesca e Zootecnia, Geografia, Geologia. Assim como, nas áreas de Sensoriamento Remoto, Geotecnologias e Análise Espacial, voltadas para o estudo da água ou das Ciências Ambientais.

Artigos de revisão inéditos também poderão ser aceitos desde que apresentem análise crítica de assuntos da temática da revista, baseados em literatura atual de revistas científicas de grande impacto.

O manuscrito deverá ser original, destinado exclusivamente à AMBIAGUA (Revista Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science).

#### **Processo de Revisão por Pares da AMBIAGUA**

A cada edição, o Comitê Editorial selecionará, dentre os artigos considerados favoráveis para a publicação, aqueles que serão publicados por atenderem aos critérios acima. Não há nenhum comprometimento para seguir a ordem de submissão. A ordem depende do tempo de resposta dos revisores *ad hoc*, dos autores e da administração da revista. Todos os manuscritos submetidos serão examinados pelo editor para verificar se o conteúdo do manuscrito é apropriado para a revista e se o manuscrito foi preparado de acordo com as instruções para os autores. O editor poderá rejeitar o manuscrito se detectar: erros relativos às instruções; redação inadequada; ou se, o trabalho não contiver suficiente mérito científico ou tecnológico. Uma vez superada essa fase, o editor enviará o manuscrito a um ou dois membros do Comitê Editorial, para que sejam sugeridos pelo menos dois avaliadores *ad hoc* especialistas no tema do manuscrito proposto. Os avaliadores devem ser especialistas científicos, de reconhecida formação, que trabalhem em áreas relacionadas com o tema do manuscrito e, portanto, devem estar plenamente capacitados para avaliar o manuscrito e recomendar a sua aceitação ou rejeição. Os avaliadores receberão o manuscrito, sem nenhuma identificação dos autores, e o formulário de avaliação para manifestarem seus comentários e recomendações sobre a aceitação, correção ou rejeição do manuscrito.

Em nenhuma etapa do processo, os avaliadores conhecerão a identidade dos autores, assim como, os autores não saberão a identidade dos avaliadores.

Depois de examinar as recomendações dos avaliadores, o editor tomará uma das seguintes decisões:

1. Aceitar o manuscrito com pequenas mudanças e, neste caso, o editor devolverá o trabalho aos autores com uma lista de pequenas correções a serem implementadas.
2. Caso contrário, optará por enviar a nova versão corrigida do manuscrito aos avaliadores. Os avaliadores *ad hoc* podem também indicar o desejo de rever o manuscrito após correções.

Quando receber a versão final do manuscrito, o editor se certificará de forma interativa de que as correções foram devidamente implementadas. Finalizadas as correções, ele informará aos autores sua aceitação, indicando em que número da revista o artigo deverá ser publicado e após revisão de linguagem, referências, preparação do *layout* para publicação, os autores receberão as provas e o autor correspondente indicará as correções finais antes da publicação juntamente com uma autorização para publicação atestando o ineditismo do artigo.

Erros tipográficos, artigos citados no texto que não aparecem nas referências e vice-versa, pequenas discrepâncias entre o resumo e o abstract, pequenas mudanças na redação são exemplos de pequenas mudanças. Quando houver modificações maiores, o editor devolverá o artigo com uma lista de sugestões que o autor responsável deverá atender para que o trabalho seja novamente considerado. Exemplos de modificações maiores incluem a análise de dados usando provas estatísticas, revisão de tabelas e figuras, repetição de experimentos, revisão da redação da conclusão e mudanças substanciais na redação.

No caso de rejeição após análise dos avaliadores *ad hoc*, o editor informará aos autores as razões para não publicá-lo. Em geral, os motivos para rejeição envolvem o conteúdo do manuscrito não apropriado para a revista, violações graves da forma de publicação, manuscrito sem mérito científico e ou tecnológico.

Submissões de manuscritos que tenham sido publicados em anais de simpósios, congressos, etc., assim como artigos traduzidos de periódicos científicos estrangeiros não devem ser submetidos. Apresentações em eventos científicos e publicações de resumos apenas, não impedem a submissão.

A revista tem caráter científico. Seu público alvo inclui a comunidade acadêmica dos cursos de pós-graduação, assim como de instituições de pesquisa, especialmente da área Interdisciplinar, Ambiental e dos Recursos Hídricos.

### **Forma e preparação de manuscritos**

O artigo deverá ser submetido em formato texto (MS Office), não restringido por *password* para permitir edição. A publicação final será em PDF e HTML. O artigo deve ser submetido com as seguintes características:

- **Tamanho da página:** equivalente ao tamanho do papel A4 (210 x 297 mm);
- **Margens (superior, inferior, esquerda e direita):** 2,5cm;

**Fonte:** Times New Roman, 12, espaço entrelinhas

- simples, em uma única coluna, com parágrafos alinhados à esquerda e à direita;
- **Tamanho:** Normalmente deverão ter no máximo de 10 páginas incluindo tabelas e figuras, que não devem ultrapassar cinco (número de figuras mais tabelas). Entretanto, os artigos serão analisados com base na qualidade e contribuição científica e não pelo tamanho.

Nos artigos em português ou espanhol, o título, o resumo e as palavras-chave deverão ser escritos também em inglês; e artigos em espanhol e em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão ser escritos também em português.

- **Primeira página:**

Deverá conter apenas o título do trabalho, o resumo e as palavras-chave, separadas por “vírgula” e um ponto final após a última palavra-chave; sem o nome dos autores, afiliação ou e-mail. Palavras-chave não devem conter palavras do título e do resumo.

- **Tabelas e Figuras:**

Deverão ser numeradas com algarismos arábicos consecutivos, indicados no texto e anexados no local do artigo mais próximo e depois da chamada. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior, antecidos da palavra **Figura** (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem em negrito, um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado, tabulado nos limites da figura, observando que o título da figura não é em negrito. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecidos pela palavra **Tabela** (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem (**em negrito**), um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado. Nas Figuras e Tabelas, quando houver uma fonte de referência, a palavra “Fonte:” vem na parte inferior, seguida da referência, fonte 10, justificado. Títulos de tabelas, figuras e a fonte terminam sempre com ponto final. As figuras poderão ser coloridas, se necessário, porém, atentar para que o tamanho do arquivo não fique grande; tamanho ideal de arquivo para submissão é de ~500 KB, caso o arquivo esteja maior, verificado em propriedades do arquivo, recomenda-se o uso de técnicas de redução de imagens, por meio de reamostragem, número de bits por pixel, etc. Arquivos até 2 MB poderão ser aceitos.

As tabelas devem ser inseridas **como texto**, jamais como figuras/imagens e não usar espaços ou “tabs” para formatar e sim tamanho das células/colunas/linhas. Figuras devem ser inseridas **como objeto** quando se tratar de gráficos, e devem permitir edição. Para inserir imagens em documentos sem que os arquivos aumentem demasiadamente, recomenda-se:

Utilizar arquivos de imagem em formato JPG, PNG ou GIF. Estes arquivos costumam ter bons padrões de qualidade e não consomem muito espaço em disco e memória;

Para inserir as figuras, não usar Copiar/Colar (ou Ctrl+C/Ctrl+V). Deve-se salvar as imagens que se deseja inserir no documento;

Em seguida, acessar a opção de menu disponível para inserção de imagem do seu editor de texto (Ex: no MSWord selecionar a opção Inserir/Figura/do arquivo), localizar a imagem que se deseja inserir no documento. Para finalizar, insira a imagem selecionada no texto.

Gráficos e figuras originadas no MS Excel devem ser inseridas como objeto para que possam ser editadas. O mesmo para as equações (usar o editor de equações e inserir como objetos e não imagens) que devem ser numeradas e entre parênteses ( ). Usar o MS Word 2010 para a edição das equações. Os textos das figuras devem ser legíveis, com alta resolução e tamanho adequado.

- **Estrutura do artigo:**

O artigo em PORTUGUÊS deverá seguir a seguinte sequência: TÍTULO em português, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios), RESUMO, seguido de Palavras-chave, TÍTULO DO ARTIGO em inglês, ABSTRACT (seguido de Keywords); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO (note o singular); 4. CONCLUSÃO; 5. AGRADECIMENTOS (desejável, porém, só na versão para publicação após o manuscrito ter sido aceito); e 6. REFERÊNCIAS, usar referências de alto impacto, não citar artigos de anais ou teses / dissertações, a menos que sejam absolutamente essenciais e em número limitado. Verifique artigos já publicados na revista para verificar quais textos devam ser negritados e se há algum artigo relevante, publicado na revista que mereça ser citado no manuscrito.

- **O artigo em INGLÊS deverá seguir a seguinte sequência:**

TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords); TÍTULO DO ARTIGO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL AND METHODS; 3. RESULTS AND DISCUSSION; 4. CONCLUSIONS; 5. ACKNOWLEDGEMENTS (desejável, porém, só na versão para publicação após o manuscrito ter sido aceito); e 6. REFERENCES.

- **O artigo em ESPANHOL deverá seguir a seguinte sequência:**

TÍTULO em espanhol; RESUMEN (seguido de Palabras-llave), TÍTULO do artigo em português, RESUMO em português (seguido de Palavras-chave); TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords); 1. INTRODUCCIÓN (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIALES Y METODOS; 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN; 4. CONCLUSIONES; 5. RECONOCIMIENTO (desejável, porém, só na versão para publicação após o manuscrito ter sido aceito); e 6. REFERÊNCIAS.

**UNIDADES**

- **Unidades de medida:** deverão ter espaço após o número, e.g. 10 m ou, por exemplo, 10 km h<sup>-1</sup>, e não 10km/h. Observe a consistência toda vez que usar a mesma unidade. Use o Sistema Internacional de Unidades.
- Verifique todos os símbolos Gregos e todas as figuras cuidadosamente.
- Escreva os números de um a nove por extenso, exceto se forem usados como unidades.

- Use um espaço entre unidades: g L<sup>-1</sup>, e não g.L<sup>-1</sup>, ou gL<sup>-1</sup>.
- Use o formato 24-h para tempo, com quatro dígitos para horas e minutos: 08h00; 15h30.
- **Subtítulos:** quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecidos de dois números arábicos separados e seguidos por ponto, fonte 12, negrito, alinhados à esquerda.
- **Resumo:** deverá conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma sequência corrente de frases em um único parágrafo e conter, **no máximo, 250 palavras.**
- **Citações:** no texto, as citações deverão seguir as recomendações da ABNT-NBR 10520 com as seguintes especificidades:

Colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, seguido do ano separado por vírgula. Dois autores separam-se os sobrenomes pela conjunção “e”. Mais de dois autores, a expressão et al. é colocada após o primeiro nome. As referências utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de alto impacto (níveis A/B do Qualis CAPES), cerca de 15 referências, em revista científicas são esperadas.

- **Exemplos de como citar:**

Jones (1979), Jones e Smith (1979) ou (Jones, 1979; Jones e Smith, 1979), dependendo da construção da sentença. Mais de dois autores: Jones et al. (1979) ou (Jones et al., 1979). Comunicações pessoais ou dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências e sim no texto, entre parênteses (Jones, comunicação pessoal, 1979), mas de preferência sempre se basear em citações de revistas científicas.

- **Referências:**

Seguirão as recomendações da ABNT-NBR 6023, com especificidades da revista.

- **Exemplos de como escrever as referências bibliográficas:**

- **Livros:**

FALKNER, E. **Aerial Mapping:** methods and applications. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 322 p.

Quando uma referência tiver **doi** (Digital Object Identifier), adicionar no final dela, o link para localização rápida. Observe que há um espaço entre as iniciais dos sobrenomes dos autores.

Exemplo:

FIGUEIREDO, R. O.; BÖRNER, J.; DAVIDSON, E. A. Watershed services payments to smallholders in the Brazilian Amazon: challenges and perspectives **Rev. ambient. água**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 6-17, 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1056>

- **Capítulos de livros:**

WEBB, H. Creation of digital terrain models using analytical photogrammetry and their use in civil engineering. In: **Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering**. New York: McGraw-Hill, 1991. p. 73-84.

- **Artigos em Periódicos Científicos:**

HADDAD, E.; SANTOS, C. L. dos; FRANCO JR., R. S. Novas perspectivas sobre o Instituto da desapropriação: a proteção ambiental e sua valoração. **Fórum de direito urbano e ambiental**, Belo Horizonte, ano 6, n. 31, p. 17-25, jan./fev. 2007.

MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. **Journal of Forestry**, Washington, v. 80, n. 1, p. 15-17, 1982.

Quando o artigo consultado possuir **doi** (Digital Object Identifier) acrescentar ao final da referência como link de localização rápida. Observar que há um espaço entre as iniciais dos nomes (veja abaixo DAVIDSON, J. M.).

- **Trabalhos apresentados em eventos (Impresso)** (devem ser evitados, se essenciais):

DAVIDSON, J. M.; RIZZO, D. M.; GARBELOTTO, M.; TJOSVOLD, S.; SLAUGHTER, G. W. *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: II Transmission and survival. In: SYMPOSIUM ON OAK WOODLANDS: OAKS IN CALIFORNIA'S CHANGING LANDSCAPE, 5. 23-25 oct. 2001, San Diego, **Proceedings...** Berkeley: USDA Forest Service, 2002. p. 741-749.

- **Trabalhos apresentados em eventos (meio eletrônico)** (devem ser evitados, se essenciais):

COOK, J. D.; FERDINAND, L. D. 2001. Geometric fidelity of Ikonos imagery. In: Annual Convention of American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 23-27 apr., St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: ASPRS, 2001. 1 CD-ROM.

- **Teses e Dissertações:** Procurar citar os artigos derivados de teses e dissertações em revistas científicas, se não foram ainda publicados e essenciais, use a forma:

AFFONSO, A. G. **Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens LANDSAT 7 ETM+**, 2003, 120f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

- **Referências de sites na Internet** (devem ser evitadas, usar apenas se absolutamente essenciais):

DIAZ, H. F. Precipitation trends and water consumption in the southwestern United States. In: United States Geological Survey, 1997, Reston. **Web**

**Conference...** Disponível em:  
<<http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/diaz/>>. Acesso em: 15 maio 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Tratados e organizações ambientais em matéria de meio ambiente. In:\_\_\_\_\_. **Entendendo o meio ambiente**. São Paulo, 1999, v. 1. Disponível em:  
<<http://www.bdt.org.br/sma/entendendo/atual.htm>>. Acesso em: 8 mar. 1999.

### **Importante:**

O arquivo submetido (*uploaded*) não deve conter **nenhuma identificação**. Assim, os autores devem submeter como arquivo suplementar, uma **Carta de Apresentação**.

As propriedades do arquivo de submissão que identificam a origem devem ser retiradas seguindo as instruções:

### **Word 2010:**

Em Arquivo, clicar em **Informações, Verificando Problemas, Inspeccionar Documento** e desmarcar a janela de **Propriedades do Documento e Informações Pessoais, Fechar, e Salvar**.

### **Word 2003:**

Ir à aba **Opções, Segurança** e eliminar a propriedade de **Autoria** do arquivo.

**Todo o conteúdo dos artigos é de exclusiva responsabilidade dos autores.**

## **CARTA DE APRESENTAÇÃO**

Toda submissão deve incluir como arquivo suplementar uma carta que deverá conter:

- 1) O título do artigo em sua língua (Português, Inglês ou Espanhol), seguido por nomes do autor completo, afiliação (instituição, unidade ou departamento, cidade, estado, país). Títulos, bolsas de estudo, etc. devem estar na seção Agradecimentos e não em dados dos autores.
- 2) Após todos os nomes e a afiliação (item 1), colocar os sobrenomes em maiúsculas, seguidos de vírgula e as iniciais seguidas de pontos e separadas por espaço. Manter a ordem correta dos autores de acordo com a sua contribuição e responsabilidade no artigo e na mesma ordem dos metadados no sistema de submissão da revista (OJS/SEER). Não deverá haver mudanças de autoria até a publicação. Identificar o endereço temporário, se diferente do endereço de afiliação.
- 3) Identificar o autor correspondente.

4) Fornecer o endereço de e-mail atual de todos os autores, separados por vírgula na mesma ordem dos nomes dos autores. Verifique que eles estejam atualizados e corretos.

5) Incluir na carta de apresentação, a seguinte **declaração**:

Como autor correspondente, li todas as instruções para submissão e declaro que sou responsável pelas informações inseridas no sistema editorial da revista. Asseguro que a contribuição é original e inédita e que não está sendo avaliada para publicação por outra revista e que não será retirada do processo editorial até a decisão final da administração da Revista Ambiente & Água.

6) O autor correspondente deve também justificar na carta a importância da sua submissão e descrever como ela contribui para o avanço da ciência no que se refere à temática da revista. Isso em um pequeno parágrafo.

7) A carta deve indicar se os autores não têm quaisquer interesses financeiros na publicação que possam comprometer a integridade da publicação. Os fundos de apoio recebidos para a pesquisa devem ser indicados na seção de agradecimentos, após aceite para publicação.

8) Fazer sugestão de **quatro possíveis avaliadores** que tenham alta produtividade científica, sem conflito de interesse, fornecendo o nome completo, email, título, resumé, link para o Lattes e indicação do porque ele seria um avaliador indicado para o artigo. A revista pratica a avaliação “cega” em que os autores e avaliadores não devem conhecer as suas identidades. O Comitê Editorial poderá selecionar outros avaliadores não sugeridos. Conflitos de interesse envolvem relações de parentesco, orientação, trabalho, ou mesma instituição.

**O autor correspondente se responsabiliza pela declaração em nome de todos os autores.**

## **INSTRUÇÕES FINAIS**

Cada edição publicada pela AMBIAGUA apresenta uma imagem representativa de um artigo publicado naquela edição que vai ser capa do número. Autores são convidados a destacar na carta que eles gostariam de ter a figura X considerada como capa por ser cientificamente interessante e visualmente atraente para a revista. As imagens devem ser de alta resolução (300 dpi) e devem ter aproximadamente 17 por 17 cm. As imagens devem ser originais, e os autores conceder para a AMBIAGUA licença para sua publicação. Caso se deseje, a imagem deve ser submetida como um arquivo adicional suplementar. Os autores devem deter os direitos autorais das imagens apresentadas, sendo os únicos responsáveis pela permissão de uso delas.

Em qualquer caso, os autores concedem à AMBIAGUA a licença para usar qualquer imagem do manuscrito publicado para ser usada como imagem de capa da edição, mesmo que não tenha sido expresso na Carta de Apresentação, a menos que expressamente informem o contrário.

## **Envio de manuscritos**

Antes de iniciar a submissão, é necessário revisar a versão final do manuscrito, o arquivo da Carta de Apresentação e *log in*: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/about/submissions#onlineSubmissions> como autor, e iniciar uma nova submissão, seguindo as instruções. Sempre será possível mudar a língua de interface com o sistema, utilizando-se o menu à direita.

## CARTA DE APRESENTAÇÃO

**1. Título:** Condições físico-químicas e biológicas em águas superficiais para identificar o estado de conservação da Flona Tapajós na Amazônia, Brasil.

**2. Autores:**

Sarah Suely Alves Batalha (Universidade do Estado do Pará, discente do Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências Ambientais, Belém, Pará, Brasil)

Lucieta Guerreiro Martorano (Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Agrometeorologia e Docente do Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências Ambientais, Belém, Pará, Brasil)

Adriele Giaretta Biase (Universidade de São Paulo, discente do Programa de Pós-graduação Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica, Piracicaba, São Paulo, Brasil)

Gundisalvo Piratoba Morales (Universidade do Estado do Pará, docente do Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências Ambientais, Belém, Pará, Brasil)

Altem Nascimento Pontes (Universidade do Estado do Pará, docente do Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências Ambientais, Belém, Pará, Brasil)

Leonardo Sousa dos Santos (Corpo de Bombeiro Militar do Pará, Especialista em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Belém, Pará, Brasil)

BATALHA, S. S. A.\*

MARTORANO, L. G. M.

BIASE, A. G.

MORALES, G. P.

PONTES, A. N.

SANTOS, L. S.

**3. Autor correspondente e e-mails**

\*ssa.batalha@gmail.com

Demais autores: [lucieta.martorano@embrapa.br](mailto:lucieta.martorano@embrapa.br), [adrielegbiase@gmail.com](mailto:adrielegbiase@gmail.com), [gundymorales@yahoo.com.br](mailto:gundymorales@yahoo.com.br), [altempontes@hotmail.com](mailto:altempontes@hotmail.com), [leonardocbmpa@yahoo.com.br](mailto:leonardocbmpa@yahoo.com.br)

**4. Declaração**

Como autor correspondente, li todas as instruções para submissão e declaro que sou responsável pelas informações inseridas no sistema editorial da revista. Asseguro que a contribuição é original e inédita e que não está sendo avaliada para publicação por outra revista e que não será retirada do processo editorial até a decisão final da administração da Revista Ambiente & Água.

Os autores ressaltam a necessidade de consolidação de trabalhos que apontem dados que expressem a manutenção de bens e serviços ofertados por uma área de conservação, garantindo suas funcionalidades a esta e às gerações futuras. Dessa forma, o presente trabalho traz como proposta a discussão sobre expressivas variáveis hídricas que podem subsidiar

estratégias conservacionistas na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno. A contribuição científica apresentada neste trabalho evidencia que no período de menor oferta pluvial, eventos extremos como os ocorridos na primeira quinzena de 2012 em Belterra podem expressar aumento na quantidade de água às populações ribeirinhas. A análise integrada espaço-temporal no sistema solo-planta-atmosfera permite a identificação de indicadores de qualidade da água em função de alterações no uso do solo e água capazes de expressar efeitos pontuais de ações antrópicas. Alter do Chão e Pindobal apresentaram valores elevados de coliformes termotolerantes, evidenciando efeitos antrópicos na qualidade da água, decorrente do atrativo desses balneários. As análises de agrupamento e de componentes principais evidenciaram que há condições hídricas semelhantes nas comunidades de Jamará e Maguari com os melhores IQAs. Esses resultados indicam que deve receber maior atenção do setor sanitário para garantir a conservação desses locais turísticos. A Comunidade do Tauari possui conservação mais expressiva na área investigada, apresentada pelas variáveis hídricas.

Os autores declaram também que não há quaisquer interesses financeiros na publicação que possam comprometer a integridade da publicação.

## 5. Sugestão de Avaliadores

**Nome:** Bernardo Friedrich Theodor Rudorff (bernardo@ltid.inpe.br)

Título: Doutor em Agronomia

Resumo: Pesquisador aposentado do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde novembro de 2012 e bolsista de Produtividade em Pesquisa 2C do CNPq. Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, mestre em Sensoriamento Remoto pelo INPE e PhD em Agronomia/Sensoriamento Remoto pelo Departamento de Agronomia da Universidade de Maryland, EUA.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7514918598084999>.

Justificativa de indicação: Por ter experiência em trabalhos na área de Geociências e Meio Ambiente principalmente com os temas: mudança de uso da terra, monitoramento agro-ambiental, modelos agronômicos, agrometeorologia e sistemas geográficos de informação.

**Nome:** Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo (evlyn@ltid.inpe.br)

Título: Doutora em Geografia Física.

Resumo: Graduada em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é pesquisadora Titular III do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e docente do programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9857505876280820>.

Justificativa de indicação: Por ter experiência no desenvolvimento de aplicações de novas tecnologias ao estudo e manejo de recursos hídricos.

**Nome:** Eduardo Von Sperling (marcos@desa.ufmg.br)

Título: Doutorado em Limnologia.

Resumo: Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), doutor em Limnologia pela *Technische Universität Berlin* e pós-doutor na *École des Ponts et Chaussées*, Paris. Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e pesquisador nível 1B do CNPq.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5558654308900981>.

Justificativa de indicação: Por ter experiência em trabalhos na área de Qualidade da Água, limnologia aplicada e recuperação de ambientes aquáticos.

**4. Nome:** Raimundo Cosme de Oliveira Júnior (raimundo.oliveira-junior@embrapa.br)

Título: Doutor em Geologia e Geoquímica

Resumo: Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia, mestre em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia e doutor em Geologia e Geoquímica pela Universidade Federal do Pará. Atualmente é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Professor Adjunto da Universidade Luterana do Brasil e Professor Permanente Pos-Graduação – Mestrado da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6425044612146340>.

Justificativa de indicação: Por ter experiência em Geociências, com ênfase em Geoquímica Ambiental. Por atuar em trabalhos na região do Tapajós com temas como biogeoquímica, ciclo da água, interação com o solo e Amazônia.

**O autor correspondente se responsabiliza pela declaração em nome de todos os autores.**



Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado  
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66.095-100  
<http://www.uepa.br/paginas/pcambientais>



Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado  
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100  
[www.uepa.br/paginas/pcambientais](http://www.uepa.br/paginas/pcambientais)

