

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



Ádanna de Souza Andrade

**Dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio  
Marapanim-PA: uma análise temporal da fragmentação  
florestal**

Belém  
2018

Ádanna de Souza Andrade

**Dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA:  
uma análise temporal da fragmentação florestal**

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.  
Orientador(a): Profa. Dra. Suezilde da  
Conceição Amaral Ribeiro.

Belém  
2018

Ádanna de Souza Andrade

**Dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA:  
uma análise temporal da fragmentação florestal**

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:

Banca Examinadora

\_\_\_\_\_ – Orientador (a)

Prof. Dra. Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro  
Doutora em Engenharia de Alimentos  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ – 1º Examinador (a)

Prof. Dra. Merilene do Socorro Silva Costa

\_\_\_\_\_ – 2º Examinador (a)

Prof. Dra. Priscila Sanjuan de Medeiros Sarmento

\_\_\_\_\_ – 3º Examinador (a)

Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes

Às minhas mães, Graça e Valmira, pelo apoio incondicional  
ao longo da minha carreira acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus pelo dom da vida e por me proporcionar essa oportunidade de aprendizagem neste programa de pós-graduação. Agradeço por Ele sempre estar comigo nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

Agradeço à minha orientadora, prof. Suezilde, que permitiu que eu escrevesse sobre um tema que eu já trabalhava, obrigada pelos conselhos e incentivos. Ao meu co-orientador, prof. Bruno Wendell, obrigada por todas as correções e ensinamentos.

À minha família, em especial minha mãe Graça e minha avó Valmira, por tudo que fizeram e ainda fazem por mim desde o meu nascimento. Sou grata pelas orações, pelos conselhos e por todo amor e carinho. Espero um dia recompensá-las!

Ao meu esposo Vinícius, obrigada por todo apoio, obrigada por acreditar em mim mesmo quando nem eu mesma acreditava, obrigada pelo companheirismo e compreensão.

Aos meus amigos do PPGCA turma 2017: Andreza, Renata, Davisson, Paulo, Karla, Giselly, Kelly, Fernanda, Yuri, Uily e Bruna, eu amei conhecer cada um de vocês! Com alguns fiquei mais próxima, mas levarei todos no meu coração onde quer que Deus me dê a graça de estar.

Aos meus professores do PPGCA/UEPA, cada um ajudou-me a crescer um pouco mais, tanto profissionalmente quanto como pessoa. Os valorosos ensinamentos levarei sempre comigo.

Agradeço a todos que fazem parte do PPGCA, por não medirem esforços em nos ajudar, desde uma declaração à uma simples orientação, especialmente agradeço à Lionete e prof. Priscila. Sentirei saudades do cafezinho e das conversas de toda manhã.

Agradeço ao meu amigo Bruno Monteiro, pelas instruções quanto aos procedimentos de classificação das imagens de satélite do meu trabalho.

Agradeço à minha amiga e inspiradora Thais Gleice, por todos os conselhos, puxões de orelha e ensinamentos ao longo desses seis anos de amizade. Sem você esse projeto nem teria saído! A corrente do bem continua...

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

"Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos"

**Provérbios 16:3**

## RESUMO

O objetivo dessa pesquisa consiste em analisar a dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim, nordeste do Pará, a partir da análise das transformações entre as classes de uso e cobertura do solo, além do estudo dos conflitos de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente (App) e fragmentação da vegetação arbórea da bacia. Para isso, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento a fim de se alcançar os objetivos propostos. Os resultados mostraram que houve uma diminuição de 44% das áreas de floresta densa na bacia hidrográfica, bem como uma diminuição de 21,3% da vegetação secundária. Em contrapartida, as áreas de agropecuária aumentaram em mais de 400% de 1988 a 2017. A análise da dinâmica da paisagem constatou que a classe de floresta densa diminuiu sua estabilidade ao longo dos períodos, sendo convertida principalmente para vegetação secundária. A classe de vegetação secundária no período de 2008 a 2017 foi convertida majoritariamente para agropecuária, o que corrobora com a expansão dessa atividade no nordeste paraense. A classe de agropecuária foi convertida principalmente para vegetação secundária, constando a função dessa última como elemento do pousio agrícola. O conflito de uso da terra nas App's deu-se principalmente para a classe de solo exposto, o que demonstra que essas áreas estão sendo irregularmente desmatadas. O uso inadequado nas App's aumentou em 46,3% de 1988 a 2017, enfatizando a maior necessidade de fiscalização e monitoramento dessas áreas. No que diz respeito à estrutura da paisagem, a paisagem da bacia encontra-se muito fragmentada, com um total de 71.937 fragmentos com tamanho médio de 2,98 ha, considerado de baixo valor para a conservação da biodiversidade. A vegetação arbórea é a classe que se encontra mais fragmentada (60,74% do total de fragmentos), os quais possuem índice de forma de 1,34, indicando forma mais irregular e, portanto, mais susceptível ao efeito de borda.

**Palavras-chave:** Áreas de preservação permanente. Biodiversidade. Fragmentos. Efeito de borda

## ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the landscape dynamics of the Marapanim river watershed, northeastern Pará, by analyzing the transformations of land use and vegetation cover classes, and studying the conflicts of land use in Permanent Preservation Areas (PPA) and the fragmentation of the arboreal vegetation of the watershed. Geoprocessing tools were used to achieve the proposed objectives. The results showed that there was a 44% decrease in dense forest areas in the river watershed, as well as a 21.3% decrease in secondary vegetation. On the other hand, agricultural areas increased by more than 400% from 1988 to 2017. The analysis of the landscape dynamics found that the dense forest class had its stability decreased over the periods, being converted mainly to secondary vegetation. The secondary vegetation class in the period from 2008 to 2017 was mainly converted to agricultural areas, in line with the expansion of this activity in northeastern Pará. Agricultural areas were converted mainly to secondary vegetation, whose function was considered an element of agricultural fallow. The conflict of land use in the PPA was mainly due to the exposed soil class, showing that these areas have been irregularly deforested. Inadequate land use in the PPA had an increase of 46.3% from 1988 to 2017. This calls attention a greater need for supervision and monitoring of these areas. The structure of the landscape in the watershed is very fragmented, with a total of 71,937 fragments with an average size of 2.98 ha, considered of low value for conservation of biodiversity. The arboreal vegetation is the more fragmented class (60.74% of the total fragments), with a shape index of 1.34, indicating a more irregular shape and therefore greater susceptibility to edge effect.

**Keywords:** Permanent Preservation Areas. Biodiversity. Fragments. Edge effect.



## LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 1

Tabela 1	Imagens utilizadas na classificação.	22
Tabela 2	Área e percentual ocupado por cada classe de uso do solo de 1988 a 2017.	23
Tabela 3	Mudança de uso da terra no período de 1988 a 1998, com áreas em km <sup>2</sup> .	25
Tabela 4	Mudança de uso da terra no período de 1998 a 2008, com áreas em km <sup>2</sup> .	25
Tabela 5	Mudança de uso da terra no período de 1998 a 2017, com áreas em km <sup>2</sup> .	25

## LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 2

Tabela 1	Imagens utilizadas no mapeamento de uso do solo	36
Tabela 2	Faixas mínimas de APP	37
Tabela 3	Dinâmica de uso da terra nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Marapanim	38

### LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 3

Tabela 1	Cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA.	48
Tabela 2	Área ocupada por fragmentos de vegetação arbórea distribuídos por classe de tamanho na paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim	51
Tabela 3	Dinâmica de uso da terra nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Marapanim	38

## LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 1

Figura 1	Localização da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA	21
Figura 2	Mapa de uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA em A) 1988; B) 1998; C) 2008 e D) 2017	24

## LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 2

Figura 1	Localização da bacia hidrográfica	34
Figura 2	Declividade da área de estudo	35
Figura 3	Área de preservação permanente dos cursos d'água	36
Figura 4	Área de preservação permanente das nascentes	36
Figura 5	Área ocupada por cada classe de cobertura vegetal e uso do solo nas áreas de preservação permanente	38
Figura 6	Uso e cobertura da terra nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica nos anos de A) 1988, B) 1998, C) 2008 e D) 2017	39
Figura 7	Nascentes impactadas da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA	40

### LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 3

Figura 1	Localização da Bacia Hidrográfica do rio Marapanim-PA	46
Figura 2	Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA.	49
Figura 3	Fragmentos de vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA, por classe de tamanho.	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
PRODES	Programa de Monitoramento da Amazônia Legal por Satélite
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
USGS	United States Geological Survey
MDE	Modelo Digital de Elevação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
SIG	Sistema de Informação Geográfica

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO (GERAL)</b>	14
1.2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO (GERAL)	16
<b>2</b>	<b>ARTIGO 1 – Dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim, Nordeste do Pará</b>	
	RESUMO	19
	ABSTRACT	19
2.1	INTRODUÇÃO	20
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	21
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
2.4	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30
<b>3</b>	<b>ARTIGO 2 – Conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim-Pa.</b>	
	RESUMO	34
	ABSTRACT	34
3.1	INTRODUÇÃO	35
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	35
3.3	RESULTADOS	37
3.4	DISCUSSÃO	49
3.5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
<b>4</b>	<b>ARTIGO 3 – Estrutura da paisagem com base na fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do rio Marapanim, nordeste do Pará</b>	
4.1	RESUMO	45
4.2	ABSTRACT	45
4.3	INTRODUÇÃO	46
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	47
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.6	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	55
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES (GERAIS)</b>	59
<b>6</b>	<b>Anexos (Normas das revistas)</b>	



## INTRODUÇÃO (GERAL)

A paisagem foi estudada sob diferentes ênfases ao longo do tempo, tendo sido formulado diversos conceitos, ou com um viés mais geográfico ou mais biológico. (MAXIMIANO, 2004). Esse trabalho adota o conceito de Bertrand (2004), no qual para esse autor, a paisagem é resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagem uns sobre os outros e dão origem a uma paisagem em constante evolução.

A paisagem da região Amazônica vem sendo alterada significativamente em seu processo de ocupação, o que acarreta em profundos desequilíbrios socioambientais (SOUZA *et al.*, 2011). A bacia hidrográfica é considerada uma das áreas que mais vêm sofrendo as alterações decorrentes de ações antrópicas (MOREIRA *et al.*, 2015). Uma bacia hidrográfica é definida como um conjunto de terras limitadas por divisores de água, abrangendo uma rede de drenagem que escoam a água para um único ponto denominado exutório (TARGA *et al.*, 2012).

Nesse contexto, a bacia hidrográfica é um elemento da paisagem, sendo considerada a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos bem como atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Assim, as bacias hidrográficas são consideradas unidades de planejamento e de grande importância para a manutenção dos recursos naturais (CARVALHO, 2014). Nesse sentido, as dinâmicas de uso e ocupação da terra, aliado aos processos naturais alteram a paisagem ao longo de uma bacia hidrográfica, conseqüentemente afetam a qualidade da água aos usuários da mesma, além de acarretar a retirada da vegetação, erosão e assoreamento dos corpos hídricos (MOREIRA *et al.*, 2015; RODRIGUES; REIS; COSTA, 2016).

Avaliar as mudanças na paisagem ocorridas ao longo do tempo na bacia possibilita melhor gestão dos recursos hídricos, minimizando impactos decorrentes da perda da vegetação (SCHUSSEL e NETO, 2015). Assim, as técnicas de geoprocessamento aplicadas em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vem sendo amplamente utilizadas em estudos da paisagem, haja vista que permitem a identificação e o mapeamento dos usos da terra, bem como a obtenção de resultados rápidos e precisos (PRINA; TRENTIN; ZIANI, 2016; FRAGA *et al.*, 2014).

Uma das principais consequências das ações antrópicas visando o uso do solo em áreas de vegetação é o processo de fragmentação florestal, o qual é caracterizado pela ruptura da unidade da paisagem, formando pequenos fragmentos florestais isolados onde anteriormente existia área de floresta contínua, o que gera a separação florestal e provoca o isolamento entre as populações, contribuindo assim para a perda da biodiversidade e extinção dessas espécies (LAURANCE et al., 2001).

Azevedo et al. (2016) destacam que a fragmentação dos remanescentes florestais no âmbito da bacia hidrográfica leva à diminuição da qualidade ambiental, notadamente pela intensificação dos processos erosivos ocasionada pelas ações de desmatamento e falta de cobertura vegetal adequada.

Hentz e colaboradores (2015) explicam que quando o processo de fragmentação florestal é impulsionado por atividades antrópicas, prejudica a conservação da biodiversidade, pois provoca extinções locais, redução da área de habitat, acentuação do efeito de borda, redução da variabilidade genética, além de alteração no regime hídrico de bacias hidrográficas (SCARIOT et al., 2005).

A bacia hidrográfica do rio Marapanim, objeto desse estudo, se destacou por ter sido criado o Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Marapanim (CBHRM), sendo o primeiro comitê de bacia hidrográfica do estado do Pará, o qual foi institucionalizado em março de 2017. Essa bacia localiza-se na mesorregião do nordeste paraense, a qual constitui uma das mais antigas áreas de colonização da Amazônia, intensificado pela consolidação da estrada de ferro Belém-Bragança no século XIX (WATRIN; GERHAD; MACIEL, 2009). Assim, diversos estudos relatam a situação antropizada da paisagem dessa região, destacando-se Wagner (1995), no qual enfatiza que o nordeste paraense apresenta uma paisagem inteiramente descaracterizada com mais de 90% da sua cobertura florestal original convertida em vegetação secundária.

Salomão e colaboradores (1996) relatam que restam menos de 2% de um milhão de hectares de floresta densa do século XIX. De acordo com Vieira, Toledo e Almeida (2007) o intenso uso da terra por mais de 150 anos no nordeste paraense levou à formação de uma paisagem fragmentada, com desaparecimento de espécies animais e vegetais. Mais recentemente, Nascimento e Fernandes (2017) estudaram a bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, no município de Capitão Poço, também no nordeste paraense, e constaram que tal bacia encontra-se bastante antropizada, apresentando intenso uso do solo pelas práticas agropecuárias.

Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa é analisar a dinâmica da paisagem e os fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA, através do monitoramento ambiental por satélite, visando identificar as áreas mais vulneráveis ambientalmente e assim subsidiar a formulação de políticas públicas a fim de promover melhor gestão dos recursos, monitorar a ocorrência de impactos e recuperar áreas já impactadas.

## REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

AZEVEDO, D.G.; GOMES, R.L.; MORAES, M.E.B. Estudos da fragmentação da paisagem na definição de áreas prioritárias para a recuperação ambiental da Bacia hidrográfica do rio Buranhém. **Bol. Geogr.**, v. 34, n. 2, p. 127-144, 2016

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA´E GA**, n. 8, p. 141-152, 2004.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

CARVALHO, R.G.de. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. Caderno Prudentino de Geografia, v. especial, n. 36, p. 26-42, 2014.

FRAGA, M.S.; FERREIRA, R.G.; SILVA, F.B.; VIVEIRA, N.P.A.; SILVA, D.P.; BARROS, F.M.; MARTINS, I.S.B. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. **Nativa, Sinop**, v. 02, n. 04, p. 214-218, 2014.

HENTZ, A.M.K.; CORTE, A.P.D.; DOUBRAWA, B.; SANQUETA, C.R. Avaliação da fragmentação dos remanescentes florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu – Pr, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.21, p.2842-2858.

LAURANCE, W. F; COCHRANE, M.A; BERGEN, S; FEARNSIDE, P. M; DELAMÔNICA, P; BARBER, C; D'ANGELO, S; FERNANDES, T. The future of the Brazilian Amazon: development trends and deforestation. **Science**, 291: p. 438-439, 2001.

MAXIMIANO, L.A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista RA´EGA**, v. 8, n. 8, p. 93-91, 2004.

MOREIRA, T.R.; SANTOS, A.R.; DALFI, R.L.; CAMPOS, R.F.; SANTOS, G.A.; EUGENIO, F.C. Confronto do uso e ocupação da terra em Apps no município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.2, p.141-152, 2015.

NASCIMENTO, T.V.; FERNANDES, L.L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena Bacia Hidrográfica da Amazônia. **Revista Ciência e Natura**. v. 39, n.1, p. 170-178, 2017.

PRINA, B.Z.; TRENTIN, R.; ZIANI, P. Ferramentas de Geoprocessamento aplicadas no mapeamento do uso da terra no município de Jaguarí/RS. **Revista Ciência e Natura**, v.38, n.3, p. 1217-1227, 2016.

RODRIGUES, I.; REIS, J.T.; COSTA, J.M. Análise da transformação da paisagem na vertente Oeste do Alto Curso do Arroio Guabiroba/ Sananduva-RS, de 1996 a 2015. **Ciência e Natura**, v.38, n.3, p.1276-1284, 2016.

SOUZA, S.R.; MACIEL, M.N.M.; OLIVEIRA, F.A.; JESUÍNO, S.A. Dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Apeú, nordeste do Pará, Brasil. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**, v.9, n.2, p. 141-150, 2011.

SCHUSSEL, Z.; NETO, P.N. Gestão por bacias hidrográficas: do debate teórico à gestão municipal. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n.3, p. 137-152, 2015.

SALOMÃO, R. de P.; NEPSTAD, D. C.; VIEIRA, I. C. G. Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa? **Ciência Hoje**, v.21, n.123, p. 38-47, 1996.

SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 2005.

TARGA, M.S.; BATISTA, G.T.; DINIZ, H.N.; DIAS, N.W.; MATOS, F.C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v.7, n.2, p. 120-142, 2012.

VEIRA, I.C.G.; TOLEDO, P.M.de.; ALMEIDA, A. Análise das modificações da paisagem da região Bragantina, no Pará, integrando diferentes escalas de tempo. **Revista Cienc. Cult.** v.59 n.3, 2007.

WAGNER, D. K. Mesos e microregiões formam um grande Estado. Nosso Pará, Belém, v. 2, p. 12-13, 1995.

WATRIN, O. DOS. S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. DE N. M. Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização nordeste do estado do Pará. **Geografia**, v. 34, n. 3, p. 445–472, 2009.

**Artigo 1: DINÂMICA DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM, PARÁ, BRASIL**

Este artigo será submetido à revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais

## DINÂMICA DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM, PARÁ, BRASIL

### RESUMO

A mesorregião nordeste paraense destaca-se pela substituição das florestas nativas e/ou secundárias por atividades agropecuárias, com destaque para a atuação da agricultura familiar e utilização de técnicas agrícolas rudimentares, tal como o processo de derruba e queima. O objetivo do presente estudo foi analisar a dinâmica da paisagem da bacia do rio Marapanim, nordeste do Pará, com base nas transições e permanências das classes de cobertura vegetal e uso da terra. Para isso, foram obtidas imagens do satélite Landsat 5 e 8 dos anos de 1988, 1998, 2008 e 2017, as quais foram classificadas pelo algoritmo de Máxima Verossimilhança, e assim quantificadas as classes de uso do solo. Posteriormente, foi feita a análise da Detecção de Mudança entre as classes ao longo do período, visando assim identificar o percentual de uma classe que foi convertida em outra, bem como que permaneceu inalterado. Os resultados mostraram que houve diminuição de quase 44% das áreas de vegetação densa e de 21,3% das áreas de vegetação secundária na bacia hidrográfica. As áreas de agropecuária aumentaram em 412,5%, do primeiro ao último ano de análise. A dinâmica da paisagem mostrou que a vegetação densa foi convertida principalmente para vegetação secundária, enquanto que as classes de solo exposto e vegetação secundária foram convertidas prioritariamente para agropecuária no último período de análise.

**Palavras-chave:** Detecção de mudança, recursos naturais, uso da terra.

## LANDSCAPE DYNAMICS OF THE MARAPANIM RIVER WATERSHED, PARÁ, BRAZIL

### ABSTRACT

The northeastern mesoregion of Paraense stands out for the substitution of native and / or secondary forests for agricultural activities, with emphasis on the performance of family agriculture and the use of rudimentary agricultural techniques, such as the process of knocking and burning. The objective of the present study was to analyze the landscape dynamics of the Marapanim river watershed, northeast of Pará, based on the transitions and persistence of vegetation cover and land use classes. To this end, Landsat satellite 5 and 8 images of the years 1988, 1998, 2008 and 2017 were retrieved and analyzed through maximum likelihood classification. Subsequently, a Change Detection analysis was performed between the classes throughout the period studied. The results showed that there was a decrease of almost 44% of dense vegetation areas and 21.3% of secondary vegetation areas. Agricultural and livestock areas increased by 412.5% from the first to the last year analyzed. The dynamics of the landscape showed that dense vegetation was converted mainly into secondary vegetation, while the classes of exposed soil and secondary vegetation were converted primarily into agriculture and cattle raising areas in the last period of analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

A paisagem assumiu diversificados conceitos, tendo sido estudada sob diferentes ênfases ao longo do tempo (MAXIMIANO, 2004). Adota-se nesse estudo o conceito de Bertrand (2004), no qual a paisagem é resultado de uma combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que a fazem modificar-se constantemente ao longo do tempo. Assim, a paisagem não se limita ao “natural”, mas sim uma paisagem total, que integra as implicações da ação antrópica.

Nesse contexto, a bacia hidrográfica se insere como um dos elementos da paisagem, sendo definida como uma área de captação natural da precipitação, composta por um conjunto de superfícies de vertentes e uma rede de drenagem que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, denominado exutório (TUCCI, 2001). A bacia hidrográfica abrange uma interação da água com o meio físico, biótico e socioeconômico, e por esse motivo vem sendo adotada para fins de planejamento e gestão dos recursos hídricos (OLIVEIRA et al., 2018; CARVALHO, 2014).

Nessa concepção sistêmica em que se insere a bacia hidrográfica, deve-se enfatizar que a mesma é passível de modificações pelas ações antrópicas, podendo comprometer a quantidade e qualidade da água disponível aos usuários da bacia (MOREIRA et al., 2015). Essas modificações ocorrem em decorrência das variadas formas de utilização do espaço pelo homem, baseadas em seus interesses próprios e com diferentes padrões espaço-temporais, o que caracteriza o uso da terra da região (VALE et al., 2015).

A Amazônia, maior floresta tropical remanescente do mundo, destaca-se em âmbito global por fornecer bens econômicos (madeira, produtos agrícolas) e serviços ecossistêmicos (tais como regulação climática e conservação da biodiversidade) fundamentais ao bem-estar de mais de 30 milhões de pessoas que abrangem esse bioma (GARDNER et al., 2013). No entanto a região amazônica sofreu ao longo de seu processo de ocupação, profundos desequilíbrios ambientais, principalmente em suas paisagens naturais, decorrentes de diferentes formas de uso e ocupação da terra atrelado aos aspectos socioeconômico e político (SAMPAIO et al., 2017). A substituição dos ambientes naturais tem dado origem às paisagens antropizadas, onde os sistemas de produção caracterizam-se pela remoção da cobertura vegetal e não valorização dos recursos florestais (FEARSLIDE, 2001).

Atualmente, um dos principais problemas ambientais que acomete essa região têm sido a expansão das fronteiras agrícolas e as áreas destinadas à pecuária, que levam à descaracterização da vegetação original (PEREIRA et al., 2015). Nesse sentido, o nordeste do estado do Pará se insere nesse contexto, pois é uma das mais antigas áreas de colonização da Amazônia, que se intensificou com a consolidação da estrada de ferro Belém-Bragança no século XIX (WATRIN et al., 2009). Assim, a construção da estrada de ferro e o avanço da frente de colonização foram responsáveis pela substituição da floresta primária nessa região, além da ferrovia ter facilitado o início de uma agricultura extensiva (VIEIRA et al., 2007).

Nesse âmbito, é essencial o desenvolvimento de estudos relacionados à dinâmica de uso e ocupação do espaço em áreas da Amazônia e mais especificamente no nordeste paraense, e nesse sentido, as técnicas de geoprocessamento, associadas ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) vêm sendo largamente

utilizadas na identificação, mapeamento e estimativas dos usos da terra, bem como em análises das modificações da paisagem ao longo do tempo (PRINA et al., 2016; WATRIN et al., 1998; SOUZA et al., 2011; PEREIRA et al., 2015; VALE et al., 2015; NASCIMENTO e FERNANDES, 2017).

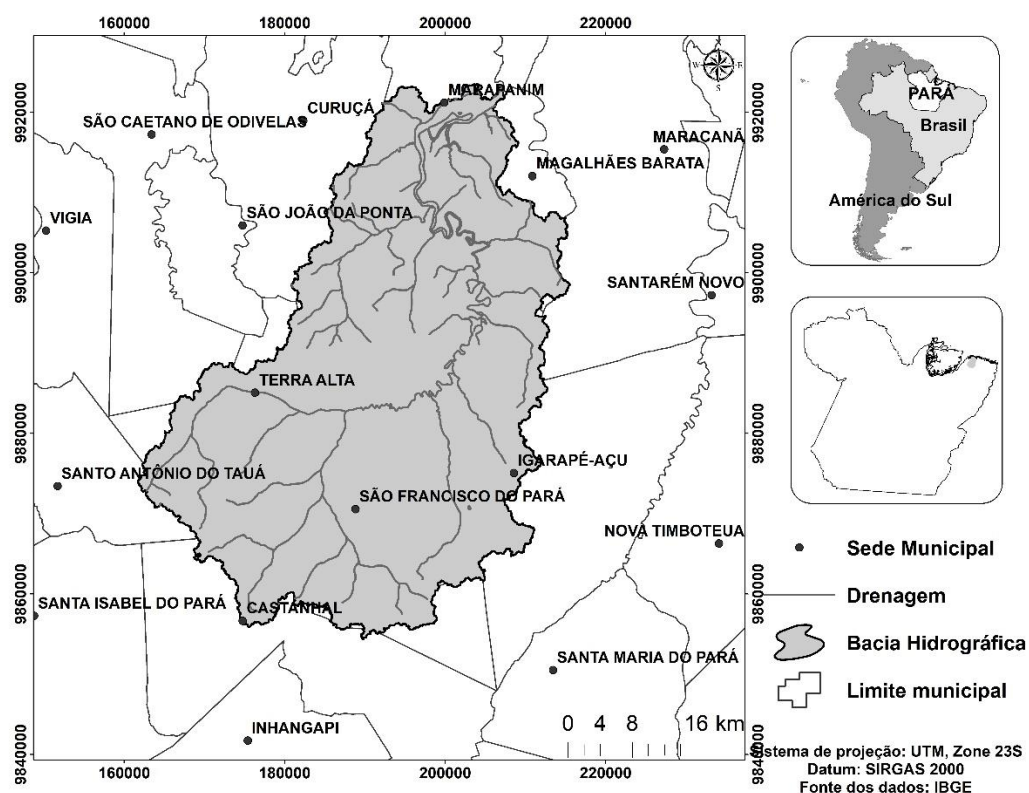
A bacia hidrográfica do rio Marapanim localiza-se em uma área sob forte pressão antrópica, o que comprometeu ao longo dos anos, a qualidade ambiental tanto no que diz respeito à cobertura vegetal quanto aos recursos hídricos. Esse panorama culminou com a criação, em março de 2017, do primeiro comitê de bacia do estado do Pará: o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM), visando solucionar os conflitos de natureza hídrica que ocorrem na área de abrangência da bacia.

O objetivo desse trabalho é analisar, ao longo de 29 anos, a dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim, utilizando-se, para isso, técnicas de geoprocessamento, e identificando as áreas de maior fragilidade, visando assim, auxiliar os gestores quanto a uma melhor tomada de decisão no uso dos recursos naturais.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1. Caracterização e localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Marapanim, objeto desse estudo, localiza-se na mesorregião nordeste paraense e nas microrregiões do Salgado, Bragantina e Castanhal, entre as coordenadas geográficas  $0^{\circ}32'19.075''$  e  $1^{\circ}18'36.961''$ S e  $47^{\circ}31'45.232''$  e  $48^{\circ}2'20.954''$ W (Figura 1), abrangendo 12 municípios, em um território ocupado por mais de 500.00 habitantes (IBGE, 2017).





A bacia hidrográfica do rio Marapanim está inserida na área de endemismo Belém, a qual foi considerada a mais desmatada em um estudo de Braz et al. (2016), quando encontraram um percentual de 62,2% de desmatamento nessa área, sendo classificada em uma situação preocupante, necessitando de intervenção urgente do poder público.

O Clima dessa região é do tipo “Am” de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014), a vegetação original é do tipo floresta ombrófila densa de terras baixas (IBGE, 2012) e os solos predominantes são caracterizados por serem bem drenados e de baixa fertilidade natural, majoritariamente os Latossolos amarelos distróficos (EMBRAPA, 2013).

Para a delimitação dessa bacia foram utilizados dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, obtidas no banco de dados Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.webmapit.com.br>), por meio de imagens do tipo Modelo Digital de Elevação (MDE) de número 00S48ZN e 01S48ZN articulada às cartas na escala 1:250.000. A delimitação foi feita no Sistema de Informação Geográfica (SIG) Arcgis 10.1, por meio da ferramenta Hidrology.

## 2.2. Aquisição e processamento digital de imagem

Para a análise da dinâmica do uso do solo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 (referentes aos anos de 1988, 1998, 2008) e Landsat 8 (referente a 2017), ambas correspondentes à órbita/ponto 223/61 (Tabela 1), adquiridas no site do Serviço geológico dos Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) e reprojatadas para o hemisfério Sul, utilizando-se o Sistema de projeção UTM, Datum WGS 84, Zona 23S.

Tabela 1 – Imagens utilizadas na classificação.

Ano	Data da imagem	Órbita/Ponto	Sensor	Satélite
1988	04/06/1988	223/61	TM	Land Sat 5
1998	19/08/1998	223/61	TM	Land Sat 5
2008	13/07/2008	223/61	TM	Land Sat 5
2017	06/07/2017	223/61	OLI	Land Sat 8

Fonte: USGS, 2017

A bandas foram submetidas à uma correção atmosférica pelo método DOS (Dark Object Subtration) proposto por Chavez (1988 e 1989), para corrigir o efeito do espalhamento atmosférico na radiância da cena.

O banco de dados criado a partir das imagens de satélite, dos anos de 1988, 1998, 2008 e 2017 foi efetuado nos softwares Envi versão 5.2 e ArcGIS versão 10.1 (ESRI, 2010). Na imagem Landsat 8 foi realizada uma transformação radiométrica de 16 bits para 8 bits. Foi realizada a composição colorida falsa cor R5G4B3 para as imagens Landsat 5 e composição R6G5B4 para a imagem Landsat 8. As imagens foram interpretadas, de modo a identificar as classes de feições presentes na área de estudo.

## 2.3. Trabalhos de campo

Os trabalhos realizados no campo compreenderam o reconhecimento e caracterização da paisagem da área de estudo, através da correlação das classes temáticas definidas a partir da interpretação das imagens com os padrões de cobertura vegetal observados no campo. Foram realizadas visitas de campo no período de 12 a 23 de junho de 2017 onde na ocasião foram feitos registros fotográficos da área e coleta de pontos de controle com GPS de navegação (Garmin 62sc).

#### 2.4. Classificação supervisionada

A classificação foi realizada com base em uma máscara vetorial referente ao shape da bacia hidrográfica, utilizando-se o algoritmo de Máxima-verossimilhança (Maxrver), a partir de informações espectrais através das bandas de refletância 3,4,5 do Landsat 5 e 4,5,6 do Landsat 8. Após a classificação, foi feita a correção manual dos pixels classificados erroneamente em determinada classe, por meio da função Classedit do software ENVI 5.2. A acurácia da classificação foi avaliada a partir da análise da matriz de confusão e do índice Kappa, o qual foi obtido acima de 0,85 para todos os anos de análise, sendo considerada excelente (LANDIS e KOCH 1977).

#### 2.5. Dinâmica espaço-temporal

A quantificação das áreas ocupadas pelas classes de vegetação e uso da terra em cada ano, foi realizada por meio da função “Estatística de Classes” do software Envi 5.2. Posteriormente foi realizada a análise da dinâmica do uso da terra nos períodos de 1988 a 1998, de 1998 a 2008 e de 2008 a 2017, por meio da tabulação cruzada entre imagens temáticas das datas consecutivas, utilizando-se o módulo “Detecção de mudança” do software, a partir da análise das matrizes de transição (ROMERO-RUIZ et al., 2012).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Uso do solo na bacia hidrográfica

Foram identificadas 6 (seis) classes de cobertura vegetal e uso do solo, sendo 5 (cinco) dessas comuns a todos os anos: Floresta densa, vegetação secundária, solo exposto, agropecuária e água.

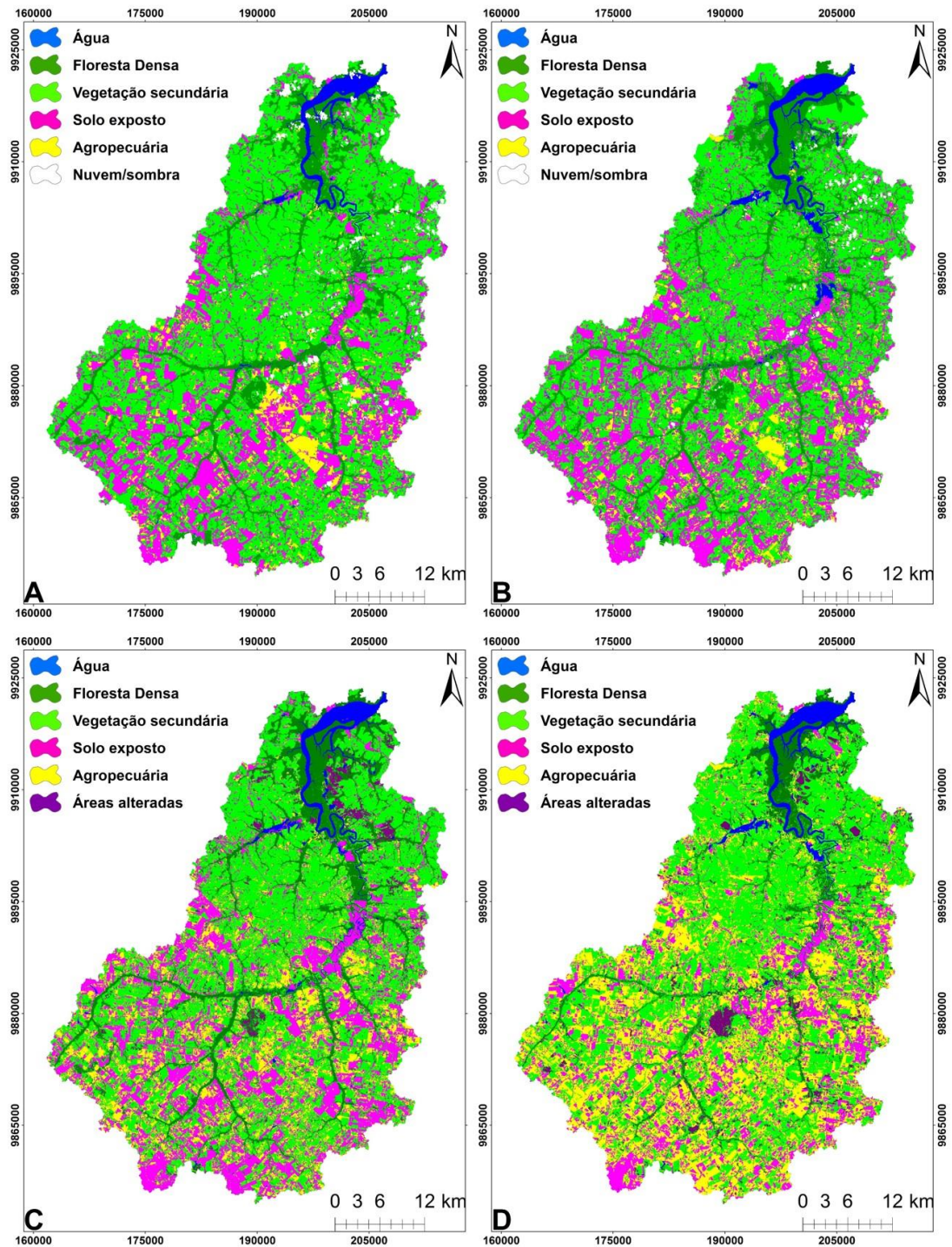
A classe de nuvem/sombra fez-se presente nas imagens de satélite nos dois primeiros anos e a classe áreas alteradas, a qual representa áreas de degradação florestal devido ao intenso uso do solo, foi identificada espectralmente nos anos de 2008 e 2017 (Tabela 2).

Tabela 2 – Área e percentual ocupado por cada classe de uso do solo de 1988 a 2017.

CLASSES	1988	%	1998	%	2008	%	2017	%
Vegetação Secundária	1152,7	53,83	1069,79	49,96	941	43,95	906,92	42,35
Solo Exposto e Área Urbana	492,15	22,98	558,18	26,07	506,02	23,63	311,57	14,55
Floresta Densa	292,48	13,66	287,45	13,42	272,08	12,71	164,03	7,66
Agropecuária	123,44	5,76	141,13	6,59	326,39	15,24	632,16	29,52
Água	46,23	2,16	61,19	2,86	54,01	2,52	56,5	2,64

Áreas alteradas	-	-	-	-	41,76	1,95	70,08	3,27
Nuvem	24,53	1,15	14,18	0,66	-	-	-	-
Sombra	9,73	0,45	9,34	0,44	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>2.141,26</b>	<b>100</b>	<b>2.141,26</b>	<b>100</b>	<b>2.141,26</b>	<b>100</b>	<b>2.141,26</b>	<b>100</b>

A figura 2 mostra a espacialização das classes de uso e cobertura da terra ao longo da bacia hidrográfica do rio Marapanim, nos quatro anos de análise.



**Figura 2.** Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Marapanim, Pará, em A) 1988; B) 1998; C) 2008 e D) 2017.

### 3.2 Detecção de mudança no período de 1988 a 2017

As tabelas 3, 4 e 5 mostram as dinâmicas de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica nos períodos de 1988 a 2017, enfatizando as transformações e permanências das classes de uso do solo.

**Tabela 3.** Mudança de uso da terra no período de 1988 a 1998, com áreas em km<sup>2</sup>.

1998	1988								
	FD	%	VS	%	SE	%	A	%	Total
FD	210.01	73.79	74.4	6.6	0.12	0.03	0.24	0.2	284.77
VS	56.1	19.71	779.81	69.13	158.9	33.83	49.93	41.34	1044.74
SE	15.99	5.62	218.35	19.36	274	58.33	39.8	32.95	548.12
A	2.52	0.89	55.51	4.92	36.72	7.82	30.82	25.52	125.57
Total	284.62	100	1128.1	100	469.7	100	120.8	100	

FD: Floresta densa; VS: Vegetação secundária; SE: Solo exposto; A: agropecuária

**Tabela 4.** Mudança de uso da terra no período de 1998 a 2008, com áreas em km<sup>2</sup>.

2008	1998								
	FD	%	VS	%	SE	%	A	%	Total
FD	185.32	64.48	54.07	5.1	0.62	0.11	1.87	1.47	251.88
VS	66.43	23.11	687.85	63.05	146.05	26.36	41	32.27	918.33
SE	10.82	3.76	166.5	15.72	283.14	51.1	36.52	28.75	493.98
A	8.31	2.89	149.83	14.14	119.48	21.56	47.6	37.47	324.22
AA	16.52	5.75	21.05	1.99	1.71	0.31	0.05	0.04	39.33
Total	287.4	100	1059.3	100	554	100	127	100	

FD: Floresta densa; VS: Vegetação secundária; SE: Solo exposto; A: agropecuária; AA: Áreas Alteradas

**Tabela 5.** Mudança de uso da terra no período de 2008 a 2017, com áreas em km<sup>2</sup>.

2017	2008										
	FD	%	VS	%	SE	%	A	%	AA	%	Total
FD	143.1	53.59	14.47	1.54	0.45	0.09	1.37	0.42	2.27	5.46	162.7
VS	85.55	32.03	639.92	68.07	63.11	12.56	93.66	28.71	22.11	53.2	904.35
SE	3.12	1.17	61.06	6.5	187.51	37.32	58.92	18.06	1.19	2.86	310.8
A	24.6	9.21	189.85	20.2	244.12	48.58	169.2	51.87	2.53	6.09	630.3
AA	10.71	4.01	34.74	3.7	7.28	1.45	3.07	0.94	13.45	32.4	69.25
Total	267.1	100	940.04	100	502.47	100	326.2	100	41.55	100	

FD: Floresta densa; VS: Vegetação secundária; SE: Solo exposto; A: agropecuária; AA: Áreas Alteradas

## 4. DISCUSSÃO

A área ocupada por cada classe de uso do solo ao longo dos anos na bacia hidrográfica (Tabela 2) mostra que no primeiro ano de análise (1988), mais de 50% da área da bacia já era de vegetação secundária. A expressiva participação da vegetação secundária na área da bacia já desde o primeiro ano pode ser justificada por essa região do nordeste paraense ser a mais antiga de colonização, além do marco histórico da construção da estrada de Ferro, que levaram a sucessivos eventos de desmatamentos e conseqüentemente à substituição da floresta nativa, o que caracterizou essa área como majoritariamente composta por vegetação secundária (VIEIRA et al., 2007).

No ano de 1998, houve uma pequena diminuição das áreas de vegetação secundária e um aumento de 13,4% das áreas de solo exposto e área urbana, estando isso associado ao significativo aumento populacional nesse período, fato esse que aumenta a área urbana e amplia as infraestruturas como ruas e estradas. Nesse ano houve ainda um aumento de 14,33% das áreas de agropecuária em relação ao ano de 1988.

Uma década depois, em 2008, a vegetação secundária diminuiu em 12% em relação à 1998, o que vai de encontro ao que relata Almeida et al. (2016), quando esses autores ressaltam que as áreas de vegetação secundária aumentaram no nordeste paraense nos últimos 30 anos. Nesse ano houve ainda a adição da classe áreas alteradas, a qual ocupou uma área de 41,76 km<sup>2</sup>, o que correspondeu a um percentual de 1,95%.

No último ano de análise (2017), quando comparado ao ano anterior, as áreas de agropecuária aumentaram em 93,7% nesse período de nove anos, passando a ocupar 29,52% da área total da bacia em 2017 (Figura 2). Alves et al. (2018) enfatiza que as atividades agrícolas do nordeste do Pará são embasadas em hábitos familiares de produção e utilização de técnicas agrícolas rudimentares, resultando em desmatamento decorrentes do processo de derruba e queima da vegetação associado ao período de pousio, o que leva o pequeno agricultor a desmatar novas áreas para cultivo.

O estado do Pará se destaca como maior produtor nacional de mandioca em cultivo tradicional, sendo essa cultura a principal na região nordeste do estado, além da pimenta-do-reino e do maracujá, que possuem participação significativa na economia local dessa mesorregião (HOMMA et al., 2014).

A área de floresta densa diminuiu em quase 40% de 2008 para 2017, passando a ocupar nesse último ano, 7,66% da área da bacia, enquanto que as áreas de vegetação secundária ocuparam 42,35% da área de estudo. Vieira e Almeida (2013) enfatizam que o nordeste paraense, especialmente a microrregião bragantina, foi uma das primeiras a ser submetida aos eventos de corte e queima para fins agrícolas, o que acarretou, ao longo de 135 anos de colonização com essa atividade, em uma paisagem ocupada por 10% dos remanescentes florestais da cobertura original e 43% de área de vegetação secundária.

A análise da matriz de mudança no primeiro período (1988 a 1998) mostra que de 284,77 km<sup>2</sup> de floresta densa em 1988, 73,79% permaneceram nessa classe em 1998, no entanto 19,71% foram transformados em vegetação secundária, associado às mudanças decorrentes das diferentes formas de uso e ocupação da terra que ocorrem nessa mesorregião. Cerca de 5,62% da floresta densa foi transformada em solo exposto e 2,52 km<sup>2</sup> se transformou em agropecuária (Tabela 3).

A maior parte da vegetação secundária em 1988 permaneceu em 1998 (69,13%), porém 19,36% foram convertidos em solo exposto e área urbana, 6,6% evoluíram para floresta densa pelo processo de sucessão natural e 4,92% passaram a ser agropecuária em 1998. Comportamento semelhante foi encontrado por Tamasaukas & Tamasaukas (2016) ao analisar a paisagem da bacia do rio Caripi, também no nordeste do Pará, entre 1984 e 2013. Esses autores verificaram que ao longo de 10 anos (1984 a 1994), houve uma tendência de conversão de áreas de vegetação secundária em agricultura. Ao analisarem a paisagem ao longo

de 10 anos em comunidades rurais do nordeste paraense, Watrin et al. (1998) constataram a tendência de conversão de áreas de vegetação secundária em solo exposto e pastagem.

Para as áreas de agropecuária, a transição deu-se prioritariamente para vegetação secundária (41,34%). Essa dinâmica pode ser explicada pelo modelo de agricultura itinerante que predomina no nordeste paraense, realizado a partir de sucessivos eventos de derruba e queima, utilizando a vegetação secundária como elemento de pousio agrícola (WATRIN et al., 2009)

A matriz de mudança da década de 1998 a 2008 mostra que a classe de floresta densa diminuiu sua estabilidade, com transição principalmente para vegetação secundária (23,11%), seguido da conversão para áreas alteradas (5,75%) (Tabela 4). Como as áreas de floresta densa que ainda restam na bacia fazem parte das matas ciliares, essa dinâmica mostra o uso indevido das áreas de preservação permanente ao longo da bacia hidrográfica.

A classe de vegetação secundária diminuiu a sua estabilidade em relação ao período anterior, apresentando conversão prioritariamente para a classe de solo exposto (15,72%), seguido da agropecuária (14,14%), além de 21,05 km<sup>2</sup> convertido para áreas alteradas, o que mostra o intenso uso do solo que vem ocorrendo ao longo da bacia hidrográfica do rio Marapanim.

A dinâmica de uso do solo no período de 2008 a 2017 mostra que a classe floresta densa diminuiu sua estabilidade em quase 17% em relação ao período anterior, com 53,59% de persistência para o ano de 2017 (Tabela 5). A principal conversão dessa classe deu-se para vegetação secundária (32%) e agropecuária (9,21%). De acordo com Cordeiro et al. (2017), a conversão de ambientes naturais em áreas agrícolas ocasiona mudanças na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, impactando ao longo do tempo, os processos de regeneração e a disponibilidade de nutrientes.

Já a vegetação secundária possuiu uma permanência de 68%, com maior conversão para a classe agropecuária (20,20%). Comportamento semelhante foi encontrado por Sampaio et al. (2017) analisando a dinâmica de uso do solo no nordeste paraense no período de 2008 a 2012 (utilizando dados do projeto Terra Class), no qual houve uma transformação de 23% da classe vegetação secundária para a classe agricultura anual, com 51% de permanência. Para esses autores, essa dinâmica está associada à expansão de cultivo do dendê no nordeste paraense, a qual, segundo Nahum e Santos (2013), está relacionado a espaços marcados pela pecuária, de solo compactado, comprometimento da floresta primária e secundária, bem como da mata ciliar e dos corpos hídricos; outrossim, estes autores destacam ainda os problemas sociais ocasionados pela expansão da dendeicultura, tais como concentração de terra, descampesinização e ameaça à segurança alimentar.

Coelho et al. (2014) obtiveram resultados semelhantes ao estudarem a dinâmica da paisagem a partir das matrizes de transição obtidas pela classificação supervisionada de imagens Landsat 5 dos anos de 1991, 2000 e 2010 em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Os autores constataram uma progressiva substituição das áreas de vegetação de caatinga aberta por áreas de pastagem/agricultura, assim como o

crescimento acelerado dessa última classe na paisagem da bacia, chegando a ocupar 36% da bacia hidrográfica no último ano de análise.

A agropecuária permaneceu mais estável (51,87%), com maior conversão para vegetação secundária (28,71%), o que está associado a dinâmica da agricultura tradicional do nordeste paraense, a qual é praticada pela derruba e queima da vegetação nativa e introdução de um cultivo agrícola por um período de um a dois anos, seguido do pousio, período em que a vegetação secundária se restabelece na área (KATO et al., 1999). No entanto, Watrin et al. (2009) destacam que esse período de pousio vem diminuindo devido a necessidade de maior produção bem como a redução da disponibilidade de vegetações secundárias no nordeste paraense, o que aumenta a pressão sobre as áreas ripárias.

Nesse último período, cerca de 18% das áreas de agropecuária foram convertidas em solo exposto. Fernandes et al. (2015) relatam que grande parte das áreas de solo exposto eram antes ocupadas por pastagens que posteriormente foram abandonadas.

## 6. CONCLUSÕES

As atividades de agropecuária aliado ao desmatamento foram responsáveis pela perda significativa de vegetação nativa da área de estudo. Isso pôde ser comprovado pela diminuição da estabilidade da classe de vegetação densa ao longo do tempo.

O estudo das modificações na paisagem da bacia hidrográfica permitiu constatar que as áreas dos remanescentes florestais de floresta densa estão sob pressão antrópica e assim encontram-se mais frágeis. Essas áreas localizam-se no entorno dos rios, constituindo as zonas ripárias que deveriam ser mantidas preservadas de acordo com o código florestal.

Deve-se considerar ainda a significativa pressão antrópica ocasionada pela expansão das áreas de agropecuária na bacia, a qual apresentou maior expansão no período de estudo, podendo-se esperar essa tendência de crescimento para os próximos anos, já que essa atividade predomina no nordeste paraense.

Assim, esse estudo poderá subsidiar a formulação de políticas públicas específicas para a preservação dos remanescentes da vegetação natural da área da bacia, bem como para auxiliar na gestão ambiental futura.

## 7. REFERENCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. de.; SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

ALVES, R. J. M.; GONÇALVES, W. G.; GONÇALVES, J. P.; NUNES, G.L.; SILVA, E.R.M.; MAIA, J. S.; ADAMI, M.; NARVAES, I. S.. Análise do uso e ocupação do solo em Marapanim-Pa a partir de dados do projeto Terraclass. **Holos**, Natal, v. 3, p. 81-90, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.2819>

ALMEIDA, C. A.; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ADAMI, M. VENTURIERI, A.; DINIZ, C. G.; DESSAY, N.; DURIEUX, L.; GOMES, A. R.. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using

- Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 46, n. 3, p. 291-302, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201505504>
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **RA'É GA**, Curitiba, v.8, n.8, p. 141-152, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3391>
- BRAZ, L. C.; PEREIRA, J. L. G.; FERREIRA, L. V.; THALÊS, M. C.. A situação das áreas de endemismo da Amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas. **Bol. geogr.**, Maringá, v.34, n.3, p.45-62, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v34i3.30294>
- CARVALHO, R. G. de.. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. especial, n. 36, p. 26-42, 2014.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.. O manejo da floresta secundária na Amazônia oriental. In: CORDEIRO, I.M.C.C.; RANGEL-VASCONCELOS, L.G.T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F.A.. **Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: Edufra, 2017. p. 163-190.
- COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; NETO, A. R.; MOURA, G. S. S.. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 64-72, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000100009>
- CHAVEZ, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v.24, p. 459-479, 1988.
- CHAVEZ, P. S. Radiometric calibration of Landsat thematic mapper multispectral images. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.55, p.1285-1294, 1989.
- ESRI. **What's new in ArcGIS 10**. Redlands: Esri, 2010.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.
- FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q.; FERNANDES, M. M.. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.22, n.4, p.472-482, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.121514>
- FEARNSIDE, P.M.. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v.28, n.1, p. 23-28, 2001.
- GARDNER, T. A et al. A social and ecological assessment of tropical land uses at multiple scales: the Sustainable Amazon Network. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**. v.368, n.1619, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0166>
- HOMMA, A. K. O.; SANTOS, J.C.; SENA, A. L. S.; MENEZES, A. J. E. A.. Pequena produção na Amazônia: conflitos e oportunidades, quais os caminhos? **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.9, n.18, p. 137-154, 2014.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G.. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.
- KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; DENICH, M.; VLEK, P. L. G.. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. **Elsevier Science**, v.62, p.225-237, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(99\)00021-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(99)00021-0)
- MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RA'ÉGA**, Curitiba, v.8, n.8, p.83-91, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3391>



MOREIRA, T. R.; SANTOS, A. R.; DALFI, R. L.; CAMPOS, R. F.; SANTOS, G. A.; EUGENIO, F. C.. Confronto do uso e ocupação da terra em Apps no município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.22, n.2, p.141-152, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.019012>

NASCIMENTO, T. V.; FERNANDES, L. L.. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena Bacia Hidrográfica da Amazônia. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.39, n.1, p. 170-178, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X21737>

NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B. Impactos socioambientais da dendecultura em comunidades tradicionais na Amazônia paraense. **Acta Geográfica**, edição especial, p.63-80, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5654/acta.v0i0.1953>

OLIVEIRA, D. G. de.; VARGAS, R. R.; SAAD, A. R.; ARRUDA, R. de. O. M.; DALMAS, F. B.; AZEVEDO, F. D.. Land use and its impacts on the water quality of the Cachoeirinha Invernada Watershed, Guarulhos (SP). **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v.13, n.1, p.1-17, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2131>

PEREIRA, B. W. F.; MACIEL, M. N. M. de; OLIVEIRA, F. A. SILVA, H. A. S; BRAGA, T. G. M; FIGUEIREDO, D. B.. Estrutura da paisagem da bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi com base na fragmentação da vegetação. **Rev. Cienc. Agrar.**, Belém, v.58, n.2, p.159-167, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1798>

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R.; ZIANI, P.. Ferramentas de geoprocessamento aplicadas no mapeamento do uso da terra no Município de Jaguari/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.38, n.3, p.1217-1227, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X18243>

ROMERO-RUIZ, M. H.; FLANTUA, S. G. A.; TANSEY, K.; BERRIO, J. C.. Landscape transformation in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. **Applied Geography**, v.32, p.766-776, 2012.

SAMPAIO, S. M. N.; VENTURIERI, A.; CAMPOS, A. G. S.; ELLERES, F. A. P.. Dinâmica da cobertura vegetal e do uso da terra na mesorregião Nordeste Paraense. In: CORDEIRO, I.M.C.C.; RANGEL-VASCONCELOS, L.G.T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F.A.. **Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: Edufra, 2017. p. 131-161.

SOUZA, S. R.; MACIEL, M. N. M.; OLIVEIRA, F. A.; JESUÍNO, S. A.. Dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Apeú, nordeste do Pará, Brasil. **Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v.9, n.2, p.141-150, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 2001.

TAMASAUSKAS, P. F. L. F.; TAMASAUSKAS, C. E. P.. Mudanças de uso e cobertura da terra e escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Caripi-Pa: uma análise a partir das geotecnologias. **Revista GeoAmazônia**, v.4, n.8, p.153-173, 2016.

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L.; FONSECA, L. C. M. da.. Análise do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do rio Apeú, Nordeste Paraense, entre os anos de 1999 e 2014. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)**, Belém, v.2, n.2, p.76-83, 2015. DOI: 10.17553/2359-0831/ihgp.v2n2p76-83

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M. de.; ALMEIDA, A.. Análise das modificações da paisagem da região Bragantina, no Pará, integrando diferentes escalas de tempo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.59, n.3, p.27-30, 2007.

VIEIRA, I. C. G.; ALMEIDA, A. S.. Dinâmica de uso da terra e regeneração de florestas em uma paisagem antrópica do leste do Pará. In: PERES, C.; BARLOW, J.; GARDNER, T.; VIEIRA, I.C.G.. **Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: UFPR, 2013. p. 83-93.

WATRIN, O. dos. S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. N. M.. Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no nordeste do estado do Pará. **Geografia**, Rio Claro, v.34, n.3, p.445-472, 2009.

WANTRIN, O. DOS.S.; VENTURIERI, A.; SAMPAIO, S.M.N.. Análise Multitemporal do Uso da Terra e suas Interrelações com a Cobertura Vegetal em Comunidades Rurais do Nordeste Paraense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9. Anais. São José dos Campos: INPE, 1998.

**Artigo 2: CONFLITO DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM-PA.**

Este artigo será submetido à Revista Brasileira de Geografia Física.

## Conflito de uso da terra em áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do rio Marapanim, nordeste do Pará

---

### RESUMO

As áreas de preservação permanente têm papel fundamental na manutenção da qualidade dos recursos hídricos, bem como na proteção contra eventos erosivos. O objetivo desse trabalho é analisar o conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Marapanim, localizada no nordeste do Estado do Pará. Para alcançar esse objetivo, foram obtidas imagens do satélite Landsat dos anos de 1988, 1998, 2008 e 2017 e realizados processamentos a fim de se obter o uso e cobertura do solo para cada ano. Posteriormente, foi feita sobreposição do uso do solo com as Áreas de Preservação Permanente da bacia (APP's), visando assim, identificar as unidades de uso que estão interferindo nos limites que deveriam ser mantidos como APP. Os resultados mostraram que em três dos quatro anos de análise, a classe solo exposto se fez presente em mais de 20% do uso inadequado do solo nas APP's, seguido da classe agropecuária, que aumentou em quase 300% a ocupação nas APP's do primeiro ao último ano. Assim, esse estudo pode subsidiar a formulação de políticas públicas visando o monitoramento das nascentes e margens dos cursos d'água, promovendo assim, melhor gestão dos recursos hídricos dessa região.

**Palavras-chave:** recursos hídricos, uso e cobertura do solo, nascentes, cursos d'água

### **Conflict of land use in the Permanent Preservation areas in the Marapanim river watershed, northeastern Pará**

#### ABSTRACT

The preservation permanent areas play a fundamental role in maintaining the quality of water resources, as well as in protection against erosive events. The objective of this work is to analyze the land use conflict in the areas of permanent preservation of the Marapanim river basin, located in the northeast of the State of Para. To do this, Images of the Landsat satellite of the years 1988, 1998, 2008 and 2017 were obtained and processed to obtain the use and coverage of the soil for each year. Subsequently, It was carried out the land use overlay with the areas of permanent preservation of the basin (PPAs), in order to identify the units of use that are interfering with the limits that should be maintained as App. The results showed that in three of four years of analysis, the bare soil class was present in more than 20% of the inappropriate use of the soil in the PPAs, and then the agriculture and cattle raising class, that increased by almost 300% the usage in PPAs from the first to the last year. Thus, this study can support the formulation of public policies aimed at monitoring the springs and margins of the watercourses, thus promoting better management of the water resources of this region.

**Keywords:** water resources, use and land cover, springs, water courses

## Introdução

As Áreas de Preservação Permanente (APP's), são definidas no código florestal (Lei 12.651/2012) como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, que possuem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, o solo, a biodiversidade e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Com a atual intensificação das ações antrópicas sobre o meio ambiente, as APP's estão sendo degradadas, devido a substituição das paisagens originais por outros usos e ocupações da terra, o que dá origem aos conflitos de uso nessas áreas (MOREIRA et al., 2015).

As APP's são consideradas uma das áreas mais importantes ambiental e socialmente no âmbito das bacias hidrográficas, já que propiciam a proteção dos recursos hídricos e a preservação da qualidade da água (CAMPAGNOLO et al., 2017).

No entanto, fatores de ordem antrópica, relacionados às atividades humanas, acabam interferindo no equilíbrio e funcionamento da bacia, e conseqüentemente das APP's, ocasionando processos de degradação ambiental (SANTOS et al., 2014).

Almeida e Vieira (2014) destacam que na Amazônia, a principal atividade responsável pela supressão da vegetação em áreas de preservação é a agropecuária, sendo essa atividade influenciada pelas práticas econômicas, culturais e sociais adotadas pelos produtores. Diversos são os impactos causados pela mudança de uso da terra em APP's, tais como alterações no balanço de água, erosão, assoreamento dos corpos hídricos, modificações no sistema ecológico e na qualidade da água, alterações no microclima e mudanças nos níveis de umidade do solo (OLIVEIRA et al., 2008; PINTO et al., 2005).

Devido à dimensão da bacia hidrográfica, e a dificuldade de se dimensionar as áreas de preservação in loco, as ferramentas de geoprocessamento são imprescindíveis nos estudos envolvendo a análise do uso e ocupação do solo nas APP's, pois a partir da sobreposição de diversas informações espaciais, permite obter um diagnóstico dos conflitos de uso e da situação da APP's de acordo com a legislação ambiental vigente (CARDOSO e AQUINO, 2013; JUNIOR et al., 2010).

O sensoriamento remoto vem sendo amplamente utilizado não somente no Brasil, mas no mundo todo, aplicado notadamente ao monitoramento ambiental, principalmente a partir da utilização das imagens de satélite em análises multitemporais de uso e cobertura do solo e sua relação com a qualidade ambiental em bacias hidrográficas (BAKER e MILLER, 2013; ALEXAKIS et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2018).

A Bacia hidrográfica do rio Marapanim está inserida no território do nordeste paraense, sendo essa mesorregião considerada uma das áreas mais antigas de colonização da Amazônia, na qual a construção da Estrada de Ferro Belém-Bragança no século XIX levou à descaracterização da vegetação original e à formação de um ambiente profundamente antropizado (VIEIRA et al., 2007).

Os conflitos de natureza hídrica que ocorreram e ainda ocorrem nessa região, levou ao reconhecimento, em março de 2017, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), do primeiro comitê de bacia do estado do Pará: O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM), objetivando minimizar os impactos ambientais ao longo da bacia hidrográfica, através de ações, por exemplo, de recuperação de nascentes impactadas.

Assim, o objetivo desse trabalho é analisar, a partir das ferramentas de geoprocessamento, os conflitos de uso da terra nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA, visando assim, subsidiar as ações de monitoramento nas APP's da bacia, bem como prevenir impactos futuros.

## Material e métodos

### Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Marapanim possui uma área de 2.141,26 km<sup>2</sup>, faz parte da mesorregião nordeste paraense e abrange 12 municípios: Castanhal, Curuçá, Terra Alta, São Francisco, Igarapé-Açu, Maracanã, Magalhães Barata, Santa Izabel do Pará, Santo Antônio do Tauá, São Caetano, Vigia de Nazaré e Marapanim. Está localizada entre as coordenadas geográficas 0°32'19.075" e 1°18'36.961"S e 47°31'45.232" e 48°2'20.954"W (Figura 1).

A delimitação dessa bacia foi realizada em sistema de informação geográfica utilizando-se dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, obtidas no banco de dados Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, por meio de imagens do tipo Modelo Digital de Elevação (MDE) de número 00S48ZN e 01S48ZN articulada às cartas na escala 1:250.000.

Essa bacia tem como rio principal o rio Marapanim, que possui 127,96 km de extensão e abrange um território ocupado por 532.528 habitantes (IBGE, 2017). De acordo com Alvares et al. (2014), o clima dessa mesorregião é do tipo "Am" (Monção) baseado na classificação de Koppen. A precipitação média anual varia entre 2500 mm e 3000 mm e temperatura média anual em torno de 26,5°C (MARTORANO et al., 1993).

De acordo com IBGE (2012) a floresta original é do tipo floresta ombrófila densa de terras baixas, formação que em geral ocupa as planícies costeiras.

Os solos predominantes são os latossolos amarelos distróficos, ou seja, de baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2013).

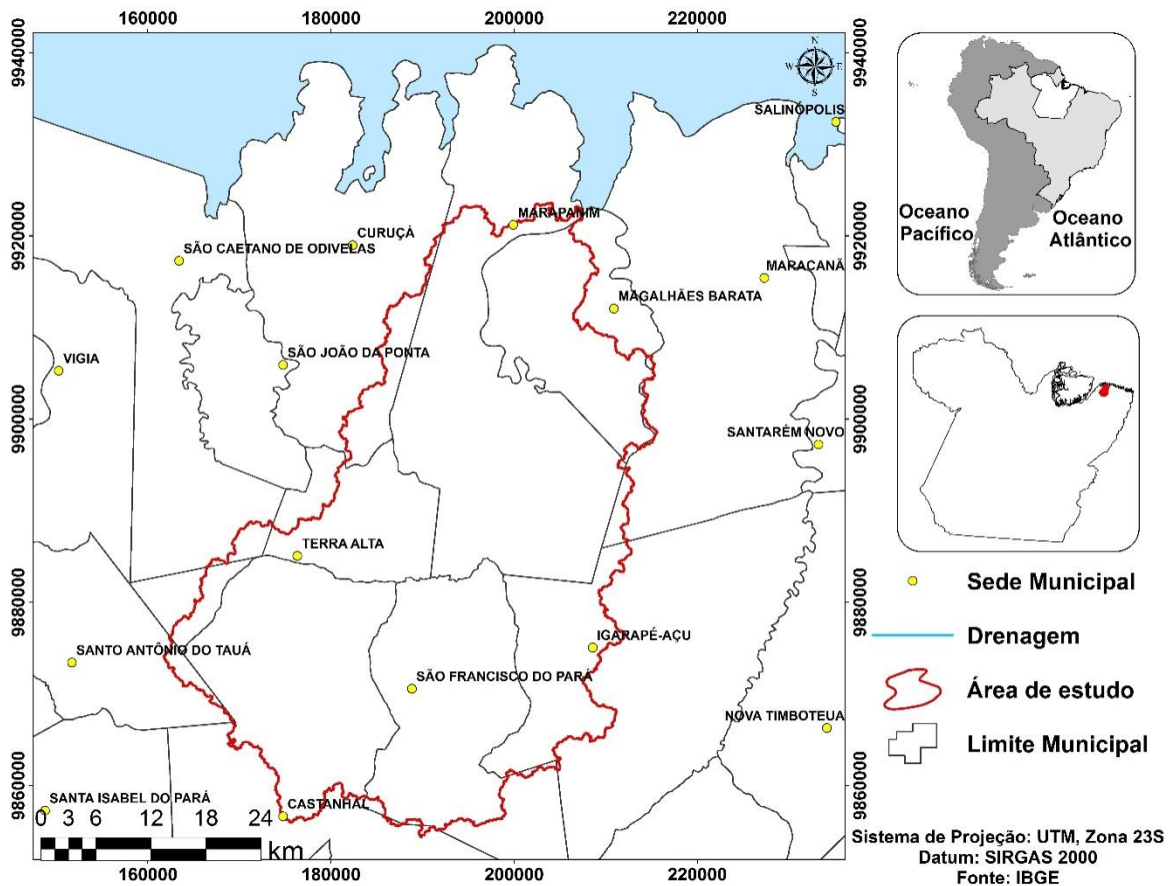


Figura 1. Localização da área de estudo

### Uso do solo

Para o mapeamento do uso do solo na bacia hidrográfica, foram obtidas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), imagens do

satélite Landsat 5 e 8, conforme especificações descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Imagens utilizadas no mapeamento de uso do solo

Ano	Data	Órbita/Ponto	Sensor	Satélite
1988	04/06/1988	223/61	TM	Landsat 5
1998	19/08/1998	223/61	TM	Landsat 5
2008	13/07/2008	223/61	TM	Landsat 5
2017	06/07/2017	223/61	OLI	Landsat 8

Essas imagens foram pré-processadas em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), submetidas a uma correção atmosférica pelo

método DOS (Dark Object Subtration) proposto por Chavez (1988 e 1989), para corrigir o efeito do espalhamento atmosférico na radiância da cena. Na imagem Landsat 8, foi feita a transformação

radiométrica (16 para 8 bit) e assim, gerada a classificação de uso do solo, a partir da interpretação das bandas de reflectância 3, 4 e 5 do Landsat 5 e 4, 5 e 6 do Landsat 8, as quais geraram a composição colorida das imagens. Foi feito um recorte das cenas para a área de estudo, utilizando-se a máscara vetorial da delimitação da bacia hidrográfica.

Posteriormente, foi realizada a classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança (Maxver), a qual trabalha com a probabilidade de uma célula pertencer a cada um dos conjuntos de classes pré-definidos, sendo atribuída à célula a classe de mais elevada probabilidade (NOVO, 2010). A acurácia do processo de classificação foi obtida a partir da análise da matriz de confusão e do índice Kappa, o qual apresentou valor 0,8727 para 1988, 0,8944 para 1998, 0,8840 para 2008 e 0,9350 para 2017. A interpretação do índice Kappa foi realizada a partir da classificação de Landis e Koch (1977), conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Qualidade da classificação baseada no índice Kappa.

Coefficiente Kappa	Qualidade da classificação
<0	Péssima
0 - 0,2	Ruim
0,21 - 0,4	Razoável
0,41 - 0,6	Boa
0,61 - 0,8	Muito boa
0,81 - 1	Excelente

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

### Delimitação das APP's

Foram definidas as Áreas de Preservação permanente do entorno dos cursos d'água e nascentes, levando-se em consideração a distância mínima que deve ser destinada à APP, prevista no código florestal. Assim, foram definidos trechos dos rios e medidas as larguras a fim de correlacionar com o que determina a legislação (Tabela 3).

Tabela 3. Faixas mínimas de APP.

Largura do rio	APP
Menos de 10 metros	30 metros
10 a 50 metros	50 metros
50 a 200 metros	100 metros
200 a 600 metros	200 metros
Mais de 600 metros	500 metros

Para as nascentes, a legislação prevê que, qualquer que seja sua situação topográfica, deve-se ter um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de APP (BRASIL, 2012). A delimitação das APP's foi realizada por meio da geração da zona de

tamponamento a partir do leito regular dos cursos d'água, utilizando-se para isso, a ferramenta buffer do software QGIS 2.18.

A legislação prevê, ainda, APP's de topo de morro e de áreas com declividade superior a 45°, no entanto, a partir dos dados declividade, não foi constatado essas condições para a área de estudo, onde predominam condições de baixa declividade (0 – 3 %), conforme mostra a Figura 2.

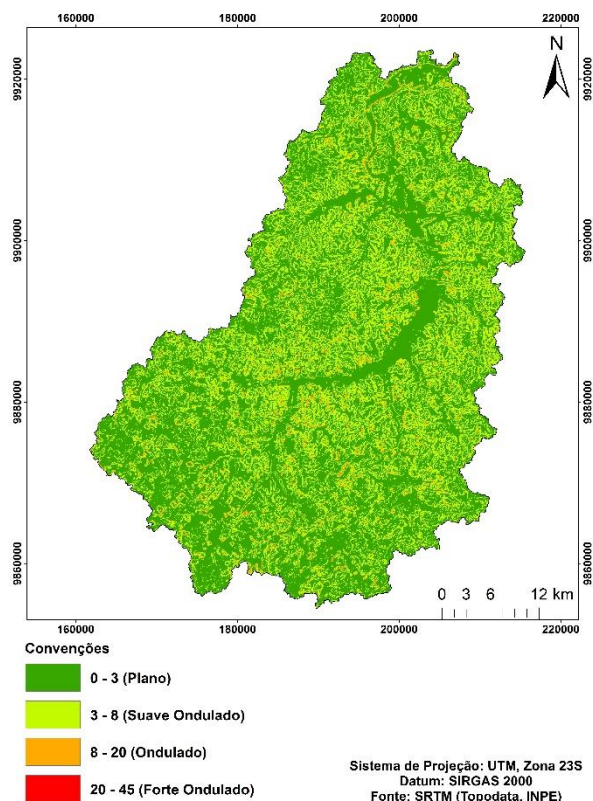


Figura 2. Declividade da área de estudo

Conflitos de uso da terra nas áreas de preservação permanente

Para a identificação das áreas de conflito de uso nas APP's, foi realizado uma sobreposição ou "overlay" do mapa das APP's com o mapa de uso e cobertura da terra obtido da área de interesse. Tal procedimento delimitou as unidades de uso que estão interferindo nos limites considerados para APP's ao longo dos cursos d'água e ao redor das nascentes.

## Resultados

### Delimitação das APP's

As Figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, as APP's definidas para os cursos d'água e nascentes ao longo da bacia hidrográfica do rio Marapanim.

De acordo com o código florestal (BRASIL, 2012), a área mínima de preservação permanente ao longo dos cursos d'água da bacia hidrográfica deveria ser de 158,15 km<sup>2</sup> e as áreas de preservação no

entorno das nascentes dos rios deveria ser de 8,22 km<sup>2</sup>, ou seja, um total de 166,37 km<sup>2</sup> de área que

deveria estar preservada, o que corresponde a 7,76% da área total da bacia.

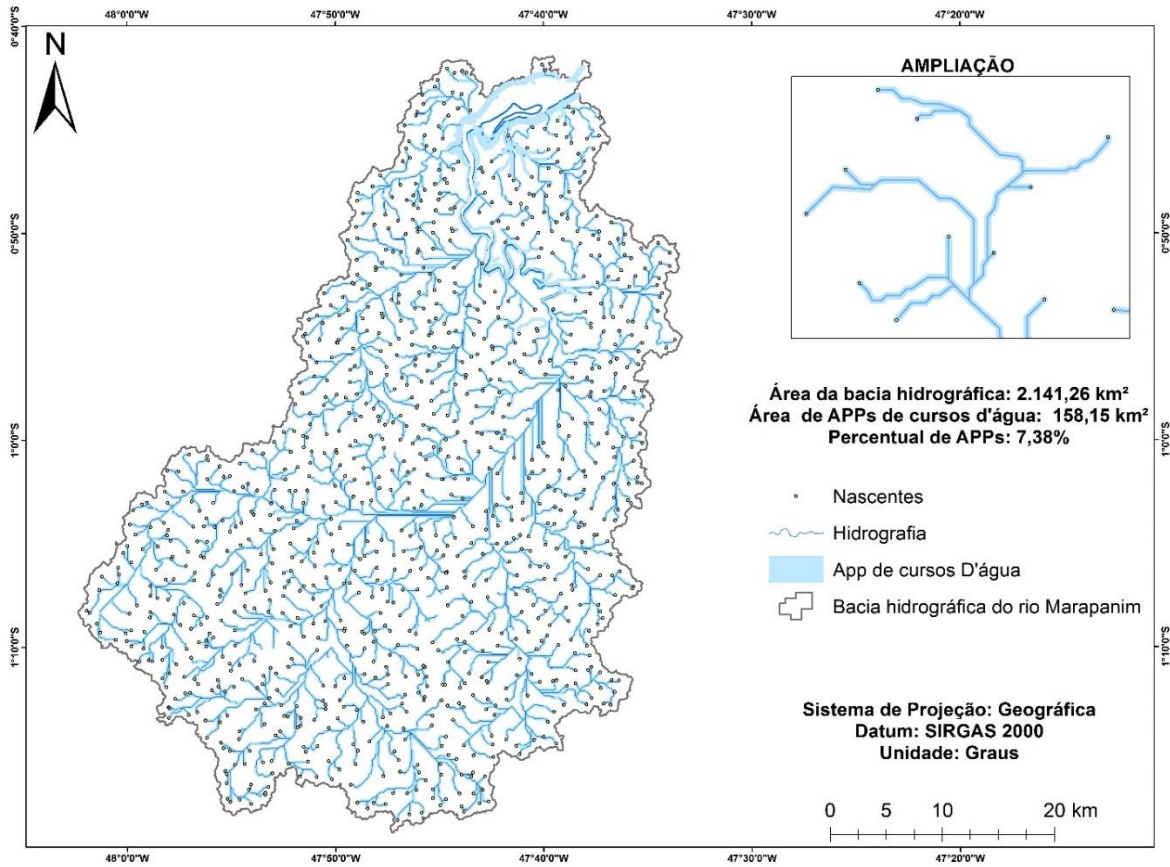


Figura 3. Área de preservação permanente dos cursos d'água

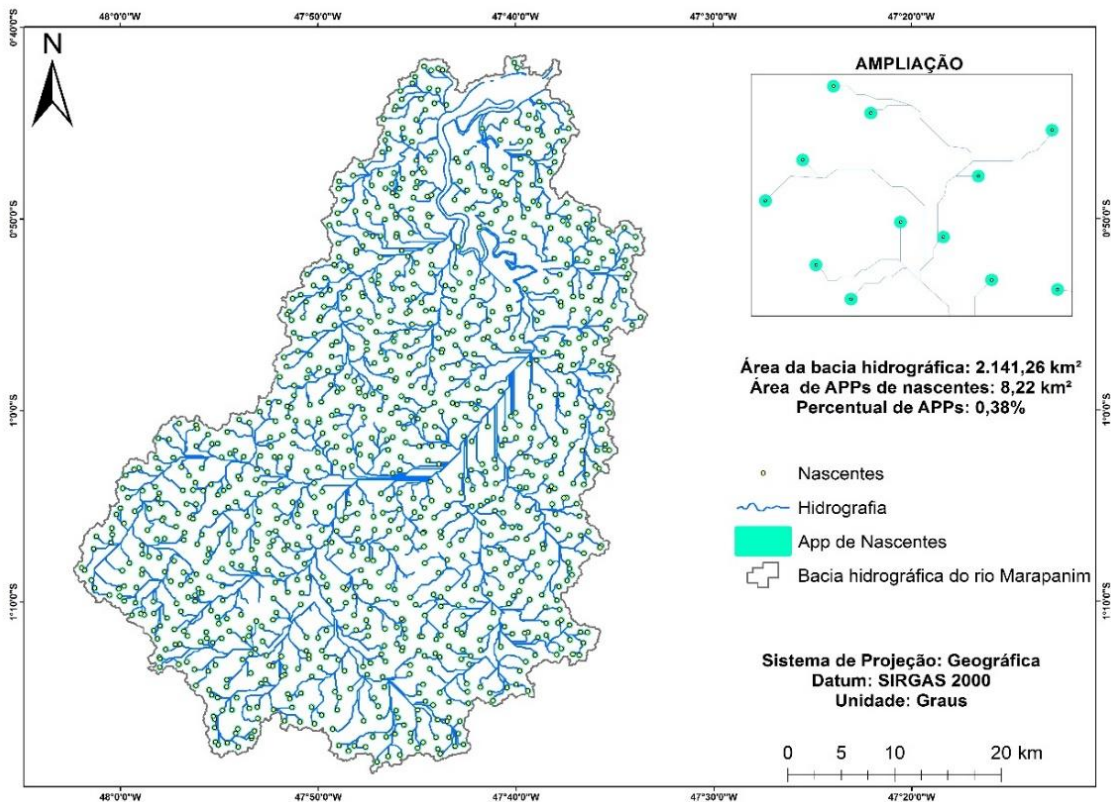


Figura 4. Área de preservação permanente das nascentes

Conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente

Com base na área mínima requerida de preservação permanente, fez-se a análise do conflito de uso do solo. As áreas de uso adequado incluíram floresta densa e vegetação secundária e as áreas de uso inadequado (conflitantes) incluíram

agropecuária, solo exposto e áreas alteradas para todos os anos de análise (1988, 1998, 2008 e 2017), conforme descrição no Quadro 1. A classe áreas alteradas abrange áreas de degradação devido a intenso uso do solo, identificada espectralmente apenas nos dois últimos anos de análise.

Quadro 1. Classes de uso do solo identificadas na área de estudo

	Floresta Densa: abrange as diferentes tipologias de floresta ombrófila que ocorrem na região. Usualmente encontrada no entorno do rio principal (Marapanim).
	Vegetação secundária: composta por vegetação em diferentes estágios de sucessão.
	Solo exposto: Representa tanto as áreas de exposição do solo relacionadas ao sistema produtivo quanto as sedes urbanas dos doze municípios que compõe a bacia hidrográfica.
	Agropecuária: representa tanto as áreas de pastagens quanto as áreas de agricultura.
	Água: representada pelo rio principal (Marapanim) e seus tributários, além das nascentes.

A Tabela 4 e Figura 5 mostra a dinâmica das áreas ocupadas por cada classe em cada ano de estudo

e a Figura 6 a espacialização do uso e cobertura da terra nas APP's.

Tabela 4. Dinâmica de uso e cobertura do solo nas áreas de preservação permanente.

Classe	1988		1998		2008		2017	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Vegetação secundária	73,54	44,20	62,87	37,73	60,71	36,49	62,9	37,81
Floresta densa	48,86	29,37	56,15	33,72	49,33	29,65	43,62	26,22
Solo exposto	34,31	20,62	39,48	23,70	34,79	20,91	28,71	17,26
Agropecuária	6,52	3,92	5,81	3,51	19,65	11,81	25,76	15,48



Áreas alteradas	-	-	-	-	1,89	1,14	5,38	3,23
Nuvem	1,75	1,05	0,72	0,45	-	-	-	-
Sombra	1,39	0,84	1,34	0,89	-	-	-	-
TOTAL	166,37	100	166,37	100	166,37	100	166,37	100

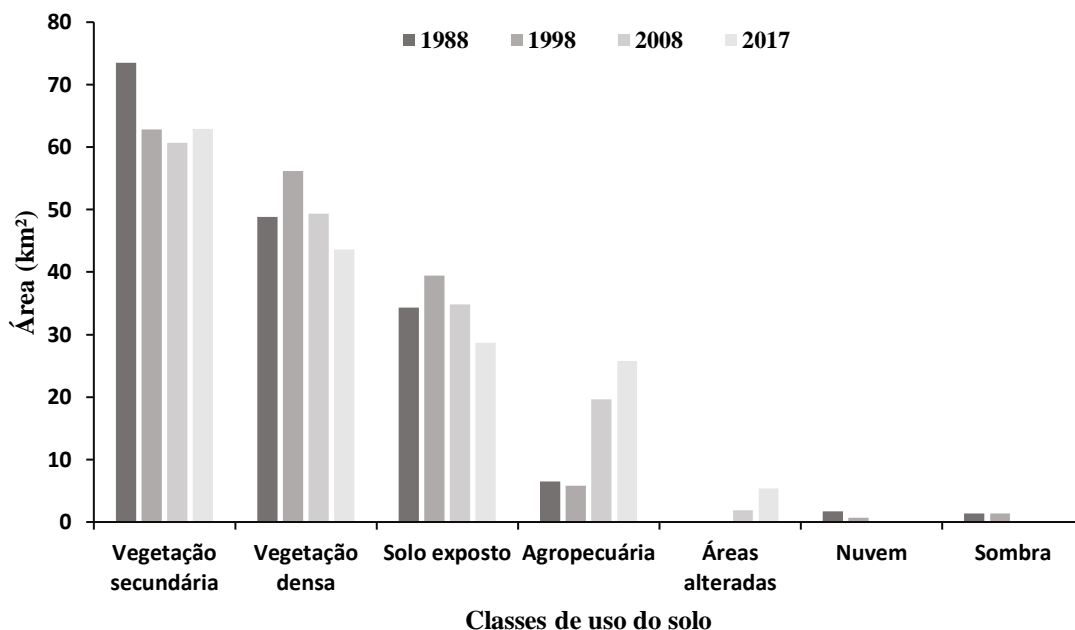


Figura 5. Área ocupada por cada classe de cobertura vegetal e uso do solo nas áreas de preservação permanente

## Discussão

Em 1988 a maior parte das APP's era ocupada por vegetação secundária e floresta densa, as quais somavam 73,57% das áreas ocupadas, valor ligeiramente inferior ao encontrado por Almeida e Vieira (2014) nas APP's do município de Moju, nordeste paraense em 2010 (73,73%, utilizando imagens RapidEye). A maior parte das áreas conflitantes eram ocupadas por solo exposto (20,62%).

Uma década depois (1998), nota-se um pequeno aumento das APP's ocupadas por solo exposto (23,70%), com um pequeno percentual das áreas ocupadas por agropecuária (3,51%). No ano de 2008, verificou-se uma diminuição das áreas de solo exposto para 20,93% e um aumento de mais de 200% das APP's ocupadas por agropecuária, que passou de 3,51 para 11,81 permanecendo com tendência de aumento para o ano de 2017, no qual essa classe ocupou 15,48% das áreas que deveriam ser destinadas à preservação.

Borges et al. (2011) destacam que a abertura de novas áreas agrícolas em APP's pode comprometer a qualidade das águas superficial e subterrânea, a reposição de água nos aquíferos bem

como causar a perda de solo e a degradação dos mananciais, comprometendo assim, a própria produção de alimentos. Além disso, há o risco de contaminação dos recursos hídricos pelos fertilizantes e pesticidas frequentemente utilizados na agricultura (COCCO et al., 2016).

A questão do uso agrícola em APP's foi estudada por Martini e Trentini (2011) ao analisarem os conflitos de usos da terra em zonas ripárias do sul do Brasil, no âmbito da agricultura familiar. De acordo com esses autores, a incorporação de áreas agrícolas nas APP's deve-se entre outros fatores, ao fato da faixa de proteção ocupar terrenos incorporados à área total da propriedade, e nesse sentido, para o agricultor não existe irregularidade na utilização dessas áreas. Além disso o fato de que muitas vezes a ampliação da renda agrícola dá-se pela ampliação das áreas de cultivo ou pastagem, o que acaba pressionando as áreas de preservação.

Todavia, do primeiro ao último ano de análise, verifica-se que a classe conflitante que domina as ocupações das APP's é o solo exposto, caracterizado pela retirada completa da vegetação original onde deveria existir mata ciliar. Em um estudo realizado por Souza et al. (2012) no qual analisaram os conflitos de uso da terra nas APP's da bacia hidrográfica do rio Apeú, também no nordeste

paraense, constataram que essa classe se fez presente entre 8 e 17% das ocupações nos entornos dos cursos d'água e das nascentes durante os anos de 2001, 2004 e 2008.

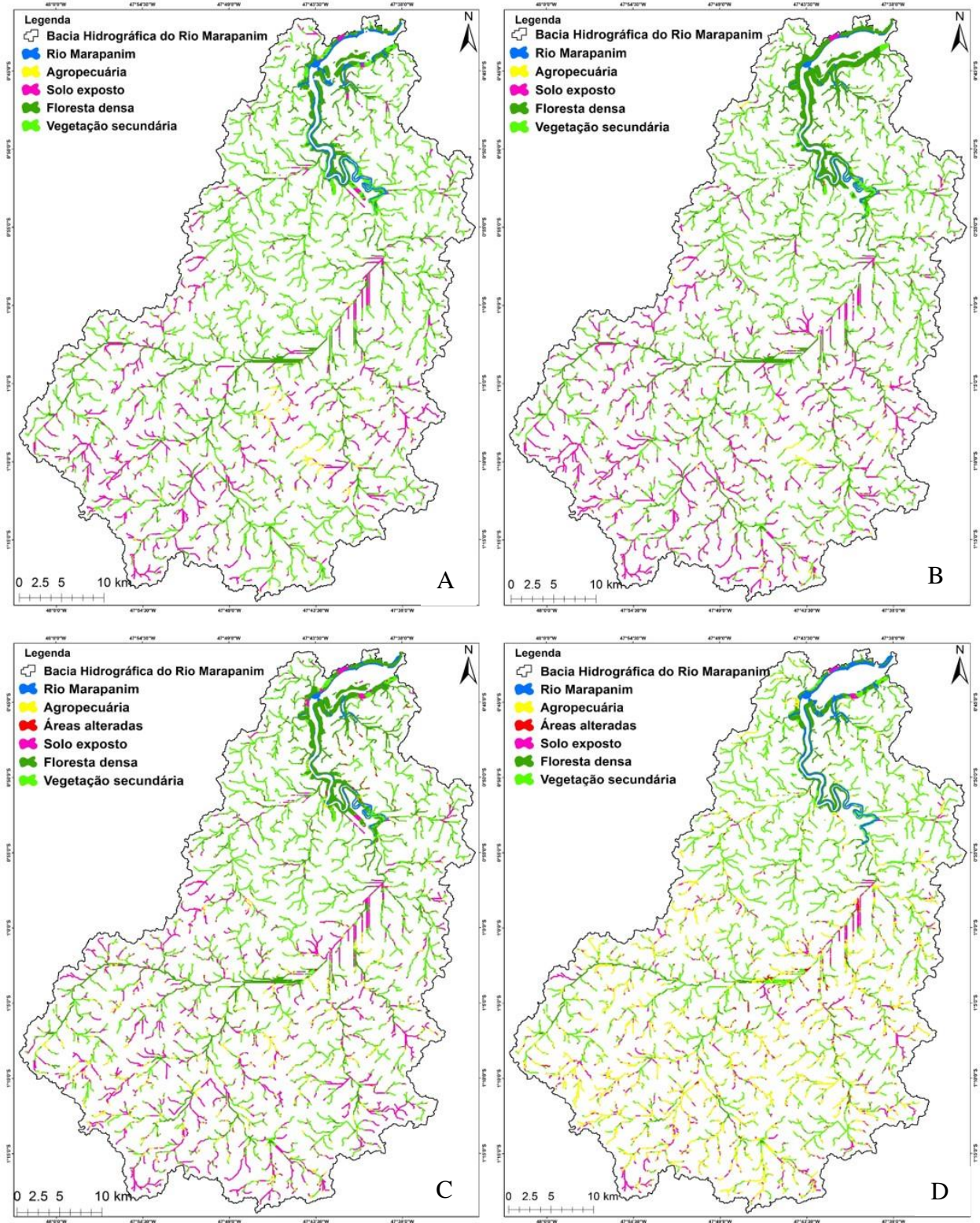


Figura 6. Uso e cobertura da terra nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica nos anos de A) 1988, B) 1998, C) 2008 e D) 2017.

De acordo com Cordeiro et al. (2017), as matas ciliares e nascentes do nordeste paraense foram desmatadas e hoje muitos rios encontram-se assoreados, o que afeta também a população local, já que há uma diminuição do pescado em decorrência da diminuição do nível do rio no período de estiagem.

Verifica-se a partir da Figura 6, que as áreas ocupadas por floresta densa em todos os anos concentram-se no entorno do rio Marapanim, na porção norte da bacia hidrográfica. De acordo com Ferreira et al. (2015) a manutenção da mata ciliar possibilita maior infiltração de água no solo e recarga dos aquíferos, além de proteger o recurso hídrico contra processos erosivos. A visualização das principais nascentes impactadas (Figura 7) mostra os problemas de lixo jogado de forma irregular nessas áreas, bem como o assoreamento de corpos hídricos.

A situação dos conflitos de uso da terra em APP's do nordeste paraense também foi verificada por Pereira et al. (2016), estudando a bacia hidrográfica do rio Peixe-boi. Esses autores constataram que as classes de pastagem e solo

exposto foram responsáveis pelas maiores áreas conflitantes, seguido da agricultura.

A partir da Tabela 3 nota-se que em 2008 apenas 1,89 km<sup>2</sup> das APP's eram ocupadas por áreas alteradas, no entanto em 2017 essa área aumentou em quase 200%, passando para 5,38 km<sup>2</sup>, o que mostra a ocupação irregular das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica, principalmente no ano mais recente.

A análise conjunta do uso e ocupação da terra nas APP's em todos os anos mostra que houve um aumento gradativo do percentual de ocupação irregular nas APP's. Em 1988 o uso inadequado somava 24,54% das ocupações, passando para 27,21% em 1998, atingindo 33,86% em 2008 e finalmente em 2017 o uso irregular das APP's somam 35,97% do uso do solo da bacia (Tabela 3). Quando comparado o primeiro ao último ano de análise, a ocupação irregular aumentou em 46,57%.



Figura 7. Nascentes impactadas da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA

## Conclusões

O conflito de uso nas APP's da bacia hidrográfica do rio Marapanim ao longo dos anos de análise deu-se prioritariamente para a classe solo exposto, fato esse que demonstra que essas áreas estão sendo irregularmente desmatadas, o que vai de encontro ao que preconiza a legislação ambiental

brasileira. O uso inadequado aumentou 46,57% de 1988 a 2017, o que reflete a necessidade de maior fiscalização dessas áreas, bem como maior investimento na recuperação das áreas já impactadas.

O uso das ferramentas de geoprocessamento foi eficaz na caracterização e identificação dos conflitos de uso da terra nas APP's, ao mesmo tempo na verificação e aplicabilidade do código florestal

brasileiro, que define a área mínima a ser destinada a preservação.

Assim, esse estudo pode subsidiar as ações de monitoramento e auxiliar o comitê de bacia hidrográfica do rio Marapanim na recuperação das nascentes e margens dos rios, promovendo assim, melhor gestão ambiental e planejamento no uso e ocupação do espaço.

### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor.

### Referências

Alexakis, D. et al. 2014. GIS and remote sensing techniques for the assessment of land use change impact on flood hydrology: the case study of Yialias basin in Cyprus. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 14, 413–426.

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.de., Sparovek, G., 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728.

Almeida, A. S.de., Vieira, I.S.G., 2014. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. *Rev. Ambient. Água*, 9, 1-9.

Baker, T., Miller, S., 2013. Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to assess land use impact on water resources in an East African watershed. *Journal of Hydrology*, 486, 100-111.

BRASIL, 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio.

Borges, L.A.C., Rezende, J.L.P., Pereira, J.A.A., Júnio, L.M.C., Barros, D.A., 2011. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. *Cienc. Rural*, 41, 1202-1210.

Cardoso, J.A., Aquino, C.M.S., 2013. Mapeamento dos conflitos de uso nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) da microbacia do riacho do Roncador, Timon (MA). *Bol. Goia. Geogr.*, 33, 133-148.

Campagnolo, k., Silveira, G.L., Miola, A.C., Silva, R.L.L., 2017. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. *Ciência Florestal*, 27, 831-842.

Cocco, J., Galvanin, E.A.S., Ribeiro, H.V., Nascimento, D.L., 2016. Análise do uso e cobertura da terra nas áreas de preservação permanente das nascentes da sub-bacia de Mato Grosso-Brasil. *Ciência e Natura*, 38, 1411-1418.

Cordeiro, I.M.C.C., Arbage, M.J.C., Schwartz, G., 2017. Nordeste do Pará: configuração atual e aspectos identitários. In: Cordeiro, I.M.C.C., Rangel-Vasconcelos, L.G.T., Schwartz, G., Oliveira, F.A. (Org.), *Nordeste paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias*. 1. ed. Edufra, Belém, pp. 19-58.

Chavez, P. S., 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 24, 459-479.

Chavez, P. S., 1989. Radiometric calibration of Landsat thematic mapper multispectral images. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 55, 1285-1294.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília.

Ferreira, R.Q.S., Batista, E.C., Souza, P.A., Souza, P.B., Santos, A.F., 2015. Diagnóstico ambiental do córrego Mutuca, Gurupi – TO. *Revista Verde*, 10, 8-12.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 out. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Disponível: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf> Acesso em: 30 out. 2017.

Junior, R.F.do.V., Passos, A.de.O., Abdala, V.L., Ramos, T.G., 2010. Determinação das Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica do rio Uberaba – MG, utilizando o Sistema de Informação Geográfica – SIG. *Global Science and Technology*, 3, 19-29.

Landis, J.R., Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.

Martorano, L.G., Pereira, L.C., Cesar, E.G.M., Pereira, I.C.B., 1993. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e**

**deficiência hídrica (ThornthwhiteMather)**. Belém: SUDAM; Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1993. 53 p.

Moreira, T.R., Santos, A.R., Dalfi, R.L., Campos, R.F., Santos, G.M.A.D.A., EUGENIO, F.C., 2015. Confronto do Uso e Ocupação da Terra em APPs no Município de Muqui, ES. *Floresta e Ambiente*, 22, 141-152.

Martini, L.C.P., Trentini, E.C., 2011. Agricultura em zonas ripárias do sul do Brasil: conflitos de uso da terra e impactos nos recursos hídricos. *Soc. Estado*, 26, 613-630.

Novo, E.M.L.M., 2010. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações, 4.ed. Edgard Blucher, São Paulo.

Oliveira, F.S., Soares, V.P., Pezzopane, J.E.M., Gleriani, J.M., Lima, J.S., Silva, E., Ribeiro, C.A.A.S., Oliveira, A.M.S., 2008. Identificação de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais. *R. Árvore*, 32, 899-908.

Oliveira, D.G., Vargas, R.R., Saad, A.R., Arruda, R.O., Dalmas, F.B., Azevedo, F.D., 2018. Land use and its impacts on the water quality of the Cachoeirinha Invernada Watershed, Guarulhos (SP). *Rev. Ambient. Água*, 13, 21-31.

Pinto, L.V.A., Ferreira, E., Botelho, S.A., Davide, A.C., 2005. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas Áreas de Preservação Permanente. *Cerne*, 11, 49-60.

Pereira, B.W.F., Maciel, M.N.M., Oliveira, F.A., Alves, M.A.M.S., Ribeiro, A.M., Ferreira, B.M.F., Ribeiro, E.G.P., 2016. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, 11, 472-485.

Santos, J.B., Filho, J.C.P., Danta, M.J.F., Zimback, C.R.L., Lessa, L.G.F., 2014. Avaliação da adequação da ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente (APPs). *Irriga*, 19, 333-344.

Souza, S.R., Maciel, M.N.M., Oliveira, F.A., Jesuíno, S.A., 2012. Caracterização do conflito de uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente do rio Apeú, Nordeste do Pará. *Floresta*, 42, 701-710.

Viera, I.C.G., Toledo, P.M.de., Almeida, A., 2007. Análise das modificações da paisagem da região Bragantina, no Pará, integrando diferentes escalas de tempo. *Revista Cienc. Cult.*, 9, 27-30.

**Artigo 3: ESTRUTURA DA PAISAGEM COM BASE NA FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM, NORDESTE DO PARÁ.**

Este artigo foi submetido à revista Ciência Florestal

## **ESTRUTURA DA PAISAGEM COM BASE NA FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARAPANIM, NORDESTE DO PARÁ**

### **LANDSCAPE STRUCTURE BASED ON FRAGMENTATION OF VEGETATION OF THE MARAPANIM RIVER WATERSHED, NORTHEAST OF PARÁ**

#### **RESUMO**

A fragmentação florestal é uma das principais consequências em decorrência de atividades antrópicas em áreas de vegetação. Quando essa ocorre no âmbito da bacia hidrográfica, pode causar processos erosivos e alteração no regime hídrico, notadamente em decorrência das ações de desmatamento. Assim, objetivou-se com esse trabalho analisar a estrutura da paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim-Pa, baseado na fragmentação da vegetação arbórea. Para isso, foi processada imagem do satélite Landsat 8 do ano de 2017 e classificada pelo algoritmo de Máxima Verossimilhança a fim de se obter a quantificação do uso e cobertura do solo para esse ano na área da bacia. Posteriormente, foi feita a análise dos fragmentos florestais por meio das métricas da paisagem em nível de mancha (patch), classe (class) e paisagem (landscape). Os resultados mostraram que a paisagem da bacia hidrográfica é majoritariamente composta por vegetação arbórea (49%), com participação significativa das áreas de agropecuária (29%), sendo essa atividade a principal responsável pelas alterações ambientais que ocorrem na bacia. O estudo da quantificação e caracterização da estrutura da paisagem mostrou que a paisagem da bacia se encontra muito fragmentada, com um total de 71.937 fragmentos. O tamanho médio dos fragmentos é de 2,98 ha, considerado de baixo valor para conservação da biodiversidade. A classe de vegetação arbórea é a que se encontra mais fragmentada, representando 60,74% do total de fragmentos da paisagem da bacia. O índice de forma desses fragmentos é de 1,34, indicando forma mais irregular e, portanto, mais susceptível aos efeitos de borda. Assim, esse estudo pode subsidiar a formulação de ações e/ou políticas públicas visando promover a recuperação e manutenção dos fragmentos da vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Marapanim.

**Palavras-chave:** fragmentos florestais; biodiversidade; efeito de borda

#### **ABSTRACT**

Forest fragmentation is one of the main consequences of anthropic activities in natural areas. When fragmentation happens within watersheds, erosive processes take place and change the water regime, especially as a result of deforestation. Thus, the objective of this work was to analyze the landscape structure of the Marapanim river watershed in Pará based on forest fragmentation. For this, a Landsat 8 satellite image of the year 2017 was processed and classified by the Maximum Likelihood algorithm in order to quantify the land use and cover within the watershed area in that year. Then, forest fragments were analyzed through landscape metrics at patch, class and landscape level. The results showed that the watershed landscape was mostly composed of arboreal vegetation (49%), with significant participation of agricultural and livestock areas (29%), which are the main activities responsible for the environmental changes that have taken place in the watershed. The quantification and characterization of the landscape structure showed that the landscape is very fragmented, with a total of 71,937 fragments. The average size of fragments was 2.98 ha, considered of low value for biodiversity conservation. The arboreal vegetation class was the most fragmented, accounting for 60.74% of the total fragments of the watershed landscape. The shape index of these fragments was 1.34, indicating a more irregular shape and consequently greater susceptibility to edge effects. This study may support the formulation of actions and/or public policies aimed at promoting the recovery and maintenance of remnants of arboreal vegetation in the Marapanim river watershed.

**Keywords:** forest fragments; biodiversity; edge effect

## INTRODUÇÃO

Uma das principais consequências das ações antrópicas visando o uso do solo em áreas de vegetação é o processo de fragmentação florestal, o qual é caracterizado pela ruptura da unidade da paisagem, formando pequenos fragmentos florestais isolados onde anteriormente existia área de floresta contínua, o que gera a separação florestal e provoca o isolamento entre as espécies, contribuindo assim para a perda da biodiversidade e extinção dessas espécies (LAURANCE et al., 2001).

Os impactos decorrentes dessa ruptura envolvem a formação de paisagens com pouca diversidade de habitats, presença de fragmentos isolados geograficamente e de dimensões reduzidas (PIROVANI et al., 2014; METZGER, 2003). Além disso, há o aumento do efeito de borda, alterações nas interações ecológicas das espécies, aumento das relações de predação e competição e perda de micro-habitat das espécies (SOUZA et al., 2014).

A paisagem é definida por Bertrand (2004) como resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos, e, portanto, essa está em constante evolução. A paisagem da região Amazônica vem sendo alterada significativamente ao longo do seu processo de ocupação, o que acarreta em profundos desequilíbrios socioambientais (SOUZA et al., 2011). A bacia hidrográfica é um elemento da paisagem e é considerada uma das áreas que mais vêm sofrendo as alterações decorrentes de ações antrópicas (MOREIRA et al., 2015).

A bacia hidrográfica do rio Marapanim, objeto desse estudo, está inserida na mesorregião do nordeste do estado do Pará, a qual é a mais antiga em colonização da Amazônia e, portanto, possui uma paisagem antropizada com grande parte da vegetação nativa fragmentada (VIEIRA et al., 2007).

Azevedo et al. (2016) destacam que a fragmentação dos remanescentes florestais no âmbito da bacia hidrográfica leva à diminuição da qualidade ambiental, notadamente pela intensificação dos processos erosivos ocasionada pelas ações de desmatamento e falta de cobertura vegetal adequada. Além disso, Hentz et al. (2015) explicam que quando o processo de fragmentação florestal é principalmente impulsionado por atividades antrópicas, prejudica a conservação da biodiversidade, pois provoca extinções locais, redução da área de habitat, acentuação do efeito de borda, redução da variabilidade genética, além de alteração no regime hídrico de bacias hidrográficas (SCARIOT et al., 2005).

Assim, o estudo da estrutura da paisagem e o padrão espacial dos fragmentos são de fundamental importância a fim de se estabelecer estratégias de conservação dos mesmos (PIROVANI et al., 2015). A ecologia das paisagens vem sendo utilizada em tais estudos, já que permite analisar as interações espaciais entre as unidades naturais e culturais da paisagem, assim como busca compreender de que forma os padrões espaciais da paisagem influenciam nos processos ecológicos (METZGER, 2001).

A estrutura da paisagem é composta pelos seguintes elementos: Matriz, manchas e corredores. A Matriz representa a cobertura de fundo da paisagem, apresentando-se com maior conectividade e com papel dominante no funcionamento da paisagem, exercendo influência sobre os demais elementos. As manchas (ou fragmentos) são áreas relativamente homogêneas que diferem das demais ao seu redor e variam em tamanho, forma, tipo e características de borda, influenciando nas relações ecológicas. Os corredores são estruturas lineares da paisagem com características diferentes das manchas e que possuem a função de ligar dois ou mais fragmentos anteriormente unidos (CASIMIRO, 2009).

O geoprocessamento tem sido uma ferramenta eficaz na caracterização da estrutura da paisagem e compreensão dos efeitos da fragmentação florestal em bacias hidrográficas, municípios e unidades de conservação, o que possibilita o diagnóstico das condições dos fragmentos em termos por exemplo, de diversidade, tamanho e grau de isolamento, facilitando assim, a aplicação de medidas de recuperação em áreas fragmentadas (JESUS et al., 2015; CALEGARI et al., 2010; PIROVANI et al., 2015).

A análise do padrão de fragmentação pode ser feita por meio das métricas da paisagem, métricas de classe e métricas do fragmento por classe de tamanho, os quais permitem compreender a



complexa estrutura da paisagem e as influências nas relações ecológicas, bem como acompanhar a dinâmica de evolução das unidades de paisagem devido o processo de fragmentação em decorrência do uso sem planejamento do território (JUVANHOL et al., 2011).

Assim, esse estudo reveste-se de relevância por permitir analisar a distribuição espacial dos fragmentos da vegetação da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA, possibilitando assim, o estudo de estratégias de conservação da biodiversidade. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é analisar a estrutura da paisagem e os fragmentos florestais da vegetação da bacia hidrográfica do rio Marapanim, nordeste do Pará, através dos produtos de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

## MATERIAL E MÉTODO

### Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Marapanim (Figura 1), possui uma área de 2.141,26 km<sup>2</sup> e pertence à mesorregião do nordeste paraense, localizada entre as coordenadas geográficas 0°32'19.075" e 1°18'36.961"S e 47°31'45.232" e 48°2'20.954"W. Essa bacia está presente em 12 municípios paraenses: Castanhal, Curuçá, Terra Alta, São Francisco, Igarapé-Açu, Maracanã, Magalhães Barata, Santa Izabel do Pará, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odivelas, São João da Ponta, Vigia de Nazaré e Marapanim.

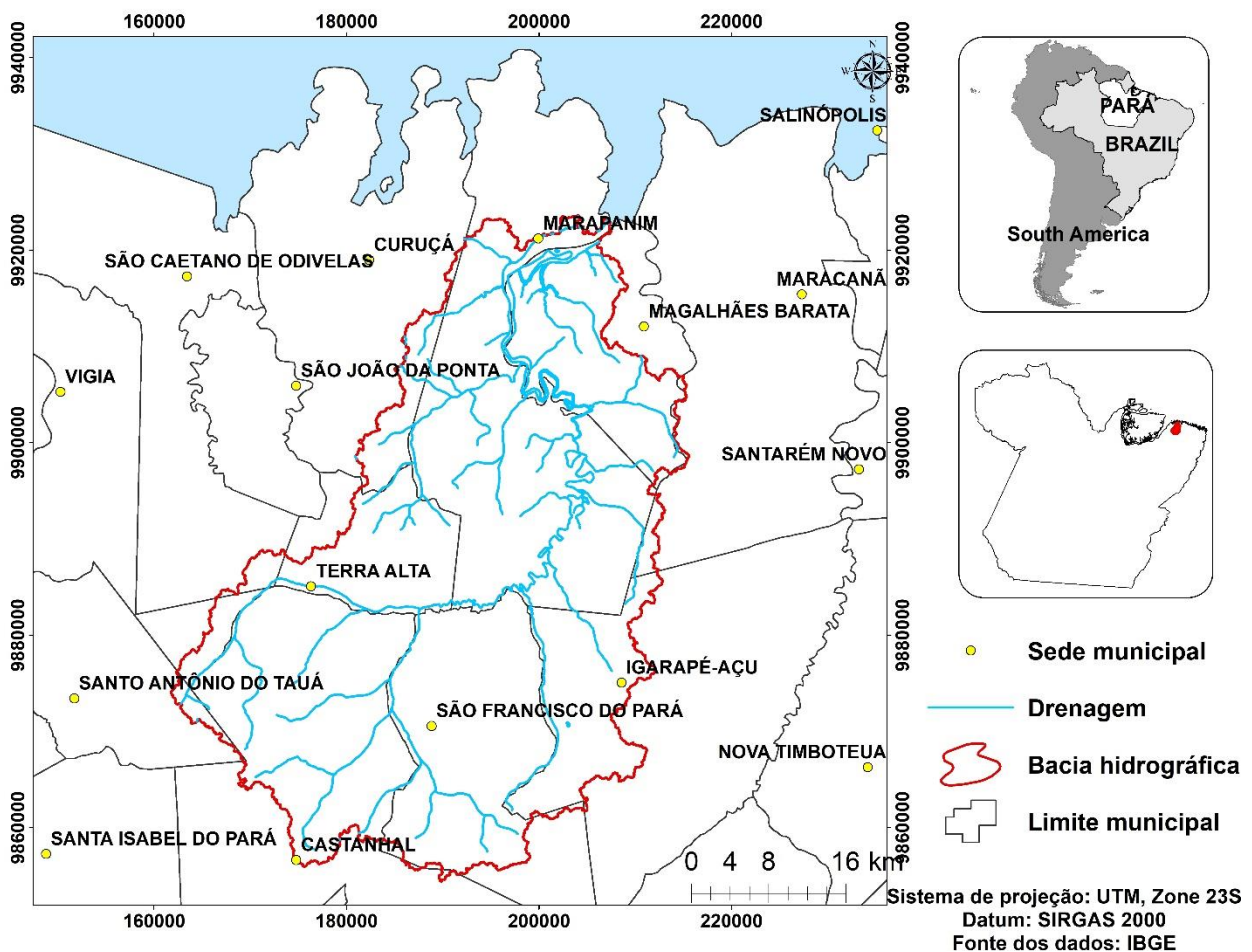


FIGURA 1: Localização da Bacia Hidrográfica do rio Marapanim-PA

FIGURE 1: Location of the Marapanim river watershed

O Clima dessa área é do tipo “Am”, de acordo com a classificação de Köppen, subdividido em Am2, com precipitação pluviométrica média anual varia entre 2500 mm e 3000 mm e temperatura média anual em torno de 26,5°C (ALVARES et al., 2014).

A geologia da região do nordeste paraense é representada por unidades cenozoicas, estratigraficamente divididas em sedimentos terciários do Oligo-Mioceno (Formação Pirabas), e Mio-Plioceno (Grupo Barreiras) (ARAI et al., 1988). Originalmente, a vegetação é do tipo floresta ombrófila densa de terras baixas (IBGE, 2012). Os solos que predominam nessa região são os latossolos amarelos distróficos, os quais têm como característica boa drenagem e baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2013).

### **Obtenção e processamento digital de imagem**

Para análise do uso e cobertura do solo, foi utilizada imagem digital orbital obtida pelo sensor OLI (Operational Land Imager) a bordo do satélite Landsat 8. A imagem corresponde à órbita ponto 223/61, bandas 4, 5 e 6 do ano de 2017, e foi adquirida no site da National Aeronautics and Space Administration (NASA) dos Estados Unidos. O software utilizado no processamento da imagem foi o Environment For Visualizing Images, ENVI 5.2.

A imagem foi submetida à uma correção atmosférica, a qual foi realizada pelo método DOS (Dark Object Subtration) proposto por Chavez (1988 e 1989), para corrigir o efeito do espalhamento atmosférico na radiância da cena.

Além das imagens, foram utilizados mapas básicos e topográficos de escalas e temas distintos para subsidiar o estudo. Toda a base planialtimétrica utilizada foi computada por meio de cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

### **Trabalhos de campo**

Os trabalhos realizados no campo compreenderam o reconhecimento e caracterização da paisagem da área de estudo, através da correlação das classes temáticas definidas a partir da interpretação das imagens com os padrões de cobertura vegetal observados no campo. Nesta ocasião, foram feitos registros fotográficos da área e coleta de pontos de controle com GPS de navegação (Garmin 62sc).

### **Classificação supervisionada das imagens**

A classificação de imagens digitais refere-se à identificação dos alvos, fenômenos ou feições que apresentam padrões espectrais similares, de modo a permitir atribuí-los a uma determinada classe (LORENA et al., 2004). A classificação foi realizada com base em uma composição falsa cor R6G5B4 a partir de uma máscara vetorial referente ao shape da bacia hidrográfica. As classes atribuídas nesse processo foram: Vegetação arbórea, representada tanto pela vegetação nativa quanto pela secundária, solo exposto e área urbana, agropecuária, água e áreas alteradas, sendo essa última classe representada pelas áreas degradadas devido ao intenso uso do solo.

Neste trabalho, o processo de classificação foi realizado pelo algoritmo de Máxima-verossimilhança (Maxrver), no qual o classificador assume que todas as bandas possuem distribuição normal e calcula a probabilidade de um pixel pertencer à uma determinada classe (MENESES e SANO, 2012). Esse método é subsidiado com base em uma noção prévia, adquirida através dos pontos de controle. Esse conhecimento prévio é obtido por meio das informações das classes que constituem a imagem através dos pixels representativos das mesmas.

De posse de tal etapa, sucessivamente realizou-se a padronização dos pixels para o sistema no processo de classificação do restante da imagem, que realiza a identificação das classes fazendo uso de regras estatísticas já estabelecidas. A classificação foi efetuada levando em consideração as informações espectrais, através das bandas de refletância 4,5 e 6 do Landsat 8.

Após a classificação, foi feita a correção manual dos pixels classificados erroneamente em determinada classe, por meio da função Classedit do software ENVI 5.2. No intuito de verificar o desempenho das amostras de treinamento, foram analisadas as matrizes de confusão, com o índice de

exatidão Kappa, o qual foi obtido 0,9350 para a imagem, sendo a qualidade da classificação considerada excelente, de acordo com a classificação de Landis e Koch (1977).

### Análise dos fragmentos florestais

A configuração da paisagem e dos fragmentos de vegetação remanescente foram analisados utilizando-se o software ArcGis, pela extensão Patch Analyst. Este programa é frequentemente utilizado para análises do padrão espacial, como suporte para o estudo da conservação da biodiversidade e manejo florestal, uma vez que calcula diversas métricas em nível de mancha (patch), classe (class) e paisagem (landscape) (ALMEIDA et al., 2011). Através desta ferramenta é viável analisar as inúmeras métricas que quantifiquem a composição e/ou a configuração da paisagem, que afetam de forma significativa os processos ecológicos na bacia hidrográfica do rio Marapanim.

As métricas referentes aos fragmentos de vegetação remanescentes geradas no presente estudo são as seguintes: número de fragmentos, área total ocupada pelos fragmentos, tamanho médio dos fragmentos, total de bordas dos fragmentos, tamanho médio das bordas dos fragmentos, dimensão fractal média dos fragmentos, área de interior dos fragmentos (core) e número de áreas de interior (n° core).

Métricas de paisagem: Área total - Soma das áreas de todos os elementos que compõem a área de estudo; Número de fragmentos - Soma do número total de elementos que compõem a área de estudo; Tamanho médio dos fragmentos - Soma do número total dos elementos que compõem área de estudo dividida pela área em questão; Índice de diversidade de Shannon - O índice será igual a zero, quando há apenas mancha de uma única classe na paisagem e aumenta conforme o número de classes de manchas na paisagem, ou distribuição proporcional das diferentes classes de manchas na paisagem; Índice de uniformidade de Shannon - Ele é igual a 1 quando a distribuição de área entre manchas é exatamente a mesma, e tende a 0 quando a distribuição de espaço entre as manchas tornam-se cada vez mais dominado por uma classe de mancha (HOLANDA et al., 2010).

Métricas de classe: Área total - Soma das áreas de todos os fragmentos que compõem a vegetação remanescentes da área de estudo; Número de fragmentos - Soma do número total de fragmentos que compõem a vegetação arbórea da área de estudo; Tamanho médio dos fragmentos - Soma do número total de fragmentos que compõem a vegetação arbórea da área de estudo dividido pela área da mesma; Comprimento total de borda - Soma dos perímetros de todos os fragmentos que compõem a vegetação arbórea da área de estudo; Dimensão fractal média – Mede a complexidade da forma dos fragmentos que compõem a vegetação arbórea da área de estudo. Varia de 1 (para manchas com formas mais simples e regulares) a 2 (para manchas com formas mais complexas);

Métricas de fragmentos por classe de tamanho: Número de fragmentos agrupados para cada classe e área total ocupada pelos fragmentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Marapanim identificou cinco feições: vegetação arbórea, água, solo exposto e área urbana, agropecuária e áreas alteradas.

A classe dominante na paisagem da bacia é a de vegetação arbórea, a qual é composta por florestas nativas e primárias ou em diferentes estágios de sucessão secundária. Essa classe se faz presente em 49,91% da área da bacia (Tabela 1). As áreas de sucessão secundária estão associadas às ocupações antrópicas, principalmente atividades pecuárias, características do nordeste paraense.

TABELA 1: Cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA.  
TABLE 1: Vegetation cover and land use in the Marapanim-PA river watershed.

Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Agropecuária	63.402,47	29,61

Água	5.739,03	2,68
Áreas alteradas	7.016,52	3,28
Solo exposto e área urbana	31.102,94	14,53
Vegetação arbórea	106.865,89	49,91
<b>TOTAL</b>	<b>214.126,85</b>	<b>100</b>

Outros estudos de bacias hidrográficas do nordeste paraense evidenciaram o significativo percentual de áreas de vegetação secundária, como o de Souza et al. (2011), no qual constataram que as áreas de sucessão secundária fizeram presente em quase 30% da área da bacia hidrográfica do rio Apeú, nordeste paraense. Nascimento e Fernandes (2017) encontraram percentual em torno de 27% de área de vegetação secundária na bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, localizada no município de Capitão Poço, nordeste paraense.

A segunda feição mais presente na bacia hidrográfica é a agropecuária, ocupando 29,61% da área da bacia (Tabela 1, Figura 2). O nordeste paraense apresenta como base a agricultura de subsistência de base familiar, com práticas tradicionais como o sistema de corte e queima para o preparo da área (CORDEIRO et al., 2017a).

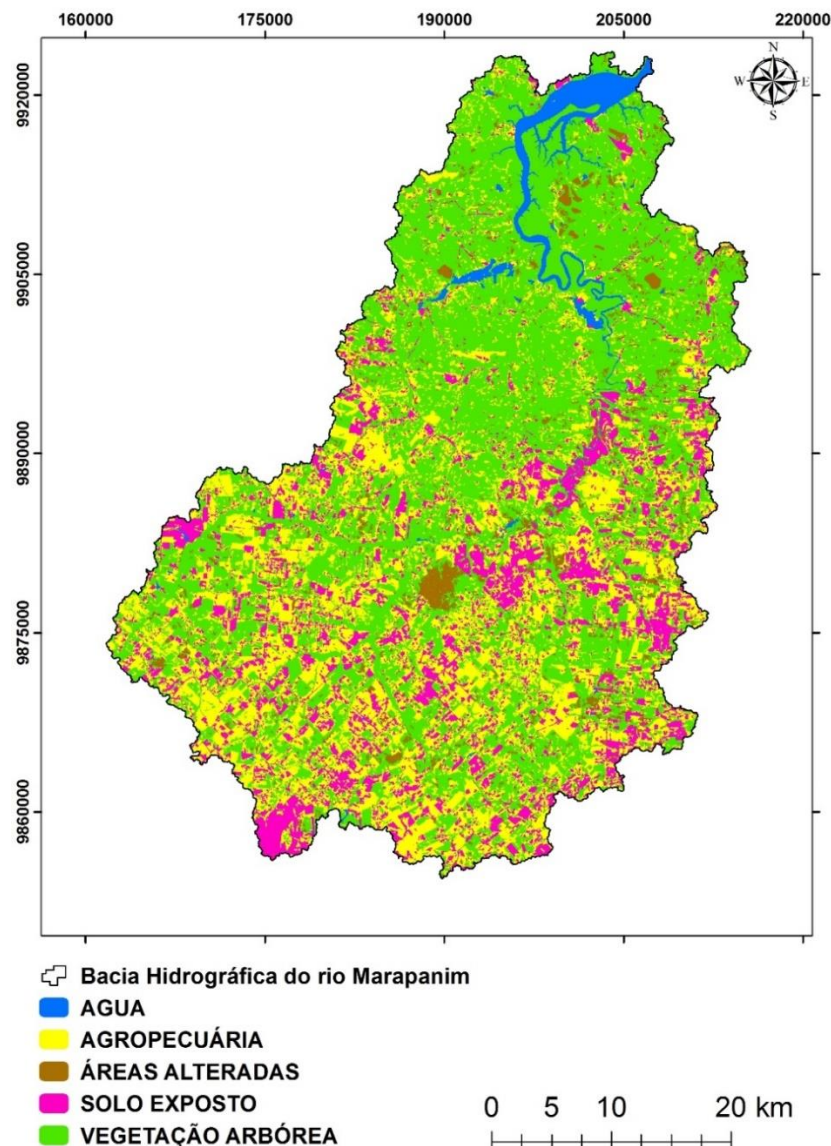


FIGURA 2: Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA.  
 FIGURE 2: Land use in the Marapanim river watershed.

Nesse sistema, as culturas são incorporadas nas áreas e perduram por um período de 3 a 4 anos, quando estas são abandonadas e ocupadas pela vegetação espontânea (pousio), até que o solo recupere sua fertilidade. Entretanto, devido a tendência de crescimento populacional e a necessidade de maior produção de alimentos, esse período de pousio vem diminuindo, assim como há maior intensificação do período agrícola, tornando assim, o sistema insustentável (CORDEIRO et al., 2017b).

A classe de solo exposto e área urbana ocupou 14,53% da área bacia e representa tanto as áreas de exposição do solo relacionadas ao sistema produtivo quanto as sedes urbanas dos doze municípios que compõe a bacia hidrográfica. A água ocupou 2,68% da bacia, sendo representada pelo rio principal (Marapanim) e seus tributários, além das nascentes.

Na análise da caracterização e quantificação espacial da paisagem, realizada a partir das métricas de paisagem, mostrou que a área total que compõe a bacia hidrográfica do rio Marapanim é de 214.126,85 ha. O número total de fragmentos que compõe a paisagem da área é de 71.937, o que a caracteriza como muito fragmentada. De acordo com Arima et al. (2013), a fragmentação florestal altera a conectividade da floresta e seus padrões influenciam nos processos ecológicos e na perspectiva de sobrevivência das espécies, impactando o habitat animal, a biodiversidade, os processos de regeneração natural e a biomassa.

O tamanho médio dos fragmentos da paisagem é de 2,98 ha. Calegari et al. (2010) enfatizam que o tamanho médio dos fragmentos também é um bom indicativo do grau de fragmentação da paisagem, sendo que quanto menor o tamanho médio desses fragmentos, mais fragmentada é a paisagem e menor é a capacidade de abrigar a diversidade biológica.

Baseado nisso, Laurance et al. (1997) classifica o tamanho dos fragmentos de acordo com seu valor para a conservação da biodiversidade, de modo que fragmentos de alto valor apresentam medidas maiores que 300 ha, fragmentos com valor mediano apresentam entre 3 e 300 ha e fragmentos de baixo valor apresentam medidas menores que 3 ha. Assim sendo, com base nessa classificação, com uma média de tamanho de 2,98 ha, os fragmentos de vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Marapanim apresentam baixo valor para conservação da biodiversidade.

O índice de diversidade de Shannon da paisagem foi de 1,20, o que demonstra a baixa diversidade de usos na área da bacia, enfatizado pelo predomínio da classe de vegetação arbórea na paisagem da bacia hidrográfica. O índice de uniformidade obtido foi 0,74, denotando que os tipos de uso e ocupação não estão igualmente distribuídos na paisagem da bacia, ou seja, há dominância da classe de vegetação arbórea em relação às outras, enfatizando a complexidade mediana da paisagem (COELHO et al., 2014). Valores semelhantes de diversidade (1,29) e uniformidade (0,62) foram obtidos por Pereira et al. (2015) ao estudarem a fragmentação da paisagem da bacia hidrográfica do rio Peixe-boi, também no nordeste paraense.

A classe de vegetação arbórea é caracterizada como sendo a matriz da paisagem, ou seja, a classe mais abundante. Essa classe apresenta-se bastante fragmentada, com um total de 43.693 fragmentos, representando 60,74% do total de fragmentos da paisagem da bacia. Essa acentuada fragmentação que vem ocorrendo na área enfatiza a ação antrópica como agente que acelera tal processo, notadamente a partir das atividades agropecuárias, comum na região de estudo (AZEVEDO et al., 2016)

Os fragmentos da classe de vegetação arbórea apresentaram um tamanho médio de 2,45 ha, onde o maior fragmento possui 2.408,62 ha e o menor fragmento 0,0002 ha. Nascimento e Laurance (2006) associam o tamanho do fragmento com a susceptibilidade ao efeito de borda, destacando que quando menor o fragmento, maior é a razão borda/área e conseqüentemente maior é o efeito de borda, tornando as espécies presentes nesses fragmentos mais sujeitas aos eventos extremos, além de reduzir a biodiversidade de espécies, visto o tamanho reduzido não possuir as características ambientais suficientes para abrigar a biodiversidade.

Apesar disso, deve-se ressaltar que os fragmentos de menor tamanho têm a sua importância na paisagem, haja vista funcionarem como elementos de ligação, ou “trampolins ecológicos” entre os fragmentos de grandes áreas (PIROVANI et al., 2014).

O comprimento total de borda dos fragmentos de vegetação arbórea foi de 20.312.752,30 m (20.312,75 km), enfatizando assim o alto grau de fragmentação da vegetação da bacia, haja vista que quanto maior o comprimento de borda maior a fragmentação. De acordo com Pirovani et al. (2015), a borda é sujeita a impactos oriundos da matriz antrópica que alteram a composição de espécies e a estrutura da vegetação.

Laurance et al. (2000) analisaram o efeito da fragmentação em árvores na Amazônia e constataram que árvores grandes (DAP $\geq$  60 cm) tiveram mortalidade quase três vezes mais rápida quando estavam em menos de 300 metros de borda quando comparado ao interior da floresta. Essa mortalidade ocorre devido às mudanças repentinas ocasionadas pela criação de bordas, principalmente nas taxas de temperatura do ar, umidade do ar e do solo e aumento na velocidade dos ventos (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009).

A densidade de borda, métrica que relaciona o comprimento total de borda de cada classe pela área total da paisagem, foi de 0,0094, sendo a maior densidade dentre todas as classes. A densidade de borda é tanto maior quanto maior for o número de fragmentos de uma classe, assim, um maior valor de densidade implica em maior fragmentação da paisagem (CALEGARI et al., 2010).

O índice de forma dos fragmentos da vegetação arbórea da área da bacia foi de 1,34, indicando fragmentos com forma mais irregular, já que quanto mais próximo de 1, a forma do fragmento é mais parecida com um círculo. A forma tem influência direta na intensidade do efeito de borda que o fragmento está sujeito. Ou seja, quanto mais próximo da forma circular, menor é a borda do fragmento, estando assim menos sujeito às perturbações externas (ETTO et al., 2013). De acordo com Almeida (2008) o aumento de bordas expostas eleva a temperatura do ar e o déficit de pressão de vapor, podendo se estender para o interior dos fragmentos causando desequilíbrios nas relações ecológicas e comprometendo a existência das espécies de fauna e flora.

A subdivisão dos fragmentos por classe de tamanho mostrou que a maioria dos fragmentos da vegetação arbórea da bacia são menores que 50 hectares, correspondendo a 99,50% do total de fragmentos encontrado (43.693). Fragmentos pequenos reduzem a riqueza quanto menor for a área para sobrevivência das populações (JUVANHOL et al., 2011). Além disso, fragmentos menores possuem também menor densidade de espécies, ou seja, menor número de espécies por unidade de área, além de menor variedade de habitats, o que acarreta no desaparecimento das espécies dependentes desses habitats (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009).

Apesar da classe de fragmentos maiores que 1000 hectares possuir o menor percentual em relação ao total de fragmentos (0,01%), essa classe possui a maior ocupação em área na paisagem (Tabela 2).

TABELA 2: Área ocupada por fragmentos de vegetação arbórea distribuídos por classe de tamanho na paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim.

TABLE 2: Area occupied by fragments of arboreal vegetation distributed by size class in the landscape of the Marapanim river watershed.

Classes	Número de Fragmentos	Área dos fragmentos (ha)	% de ocupação
< 50 ha	43475	24.897,69	23,30
50 - 200 ha	160	16.024,28	14,99
200 - 500 ha	40	12.579,23	11,77
500 - 1000 ha	12	7.767,29	7,27
> 1000 ha	6	45.597,40	42,67
<b>Total</b>	<b>43693</b>	<b>106.865,89</b>	<b>100,00</b>

Dos quatro maiores fragmentos da paisagem, um está localizado na porção norte da bacia, no entorno do rio Marapanim, caracterizado como área de preservação permanente do recurso hídrico. Esse fragmento possui a forma mais alongada, formando os corredores de Mata ciliar. Outros três

fragmentos maiores que 1000 hectares localizam-se na porção sudeste da bacia, nos limites dos municípios de Igarapé Açu e São Francisco do Pará (Figura 3).

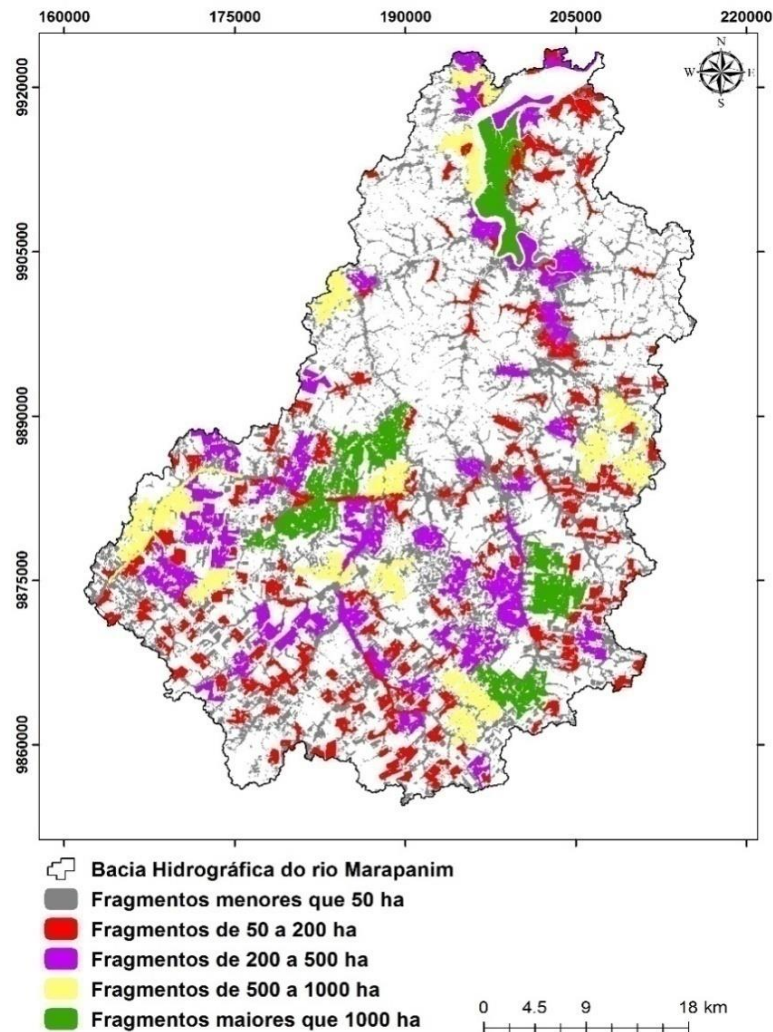


FIGURA 3: Fragmentos de vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Marapanim-PA, por classe de tamanho.

FIGURE 3: Fragments of arboreal vegetation of the Marapanim river watershed, by size class.

Nota-se ainda a partir da Figura 3 que a maioria dos fragmentos concentram-se na parte sul da bacia, sendo a porção norte relativamente mais preservada em termos de fragmentação. Essa área abarca municípios com menor densidade populacional: Terra alta, Marapanim e Magalhães Barata (Figura 1) e conseqüentemente com menor impacto ambiental associado às atividades antrópicas, já que o crescimento das atividades humanas associado às diferentes formas de uso e ocupação do espaço e exploração dos recursos naturais é o que impulsiona o processo de fragmentação florestal (TABARELLI et al., 2010).

## CONCLUSÃO

A área da bacia é composta por 29,61% de áreas de agropecuária, sendo essa a principal atividade que altera a paisagem do local, com destaque para a agricultura de derruba e queima, comum em áreas do nordeste paraense.

O estudo da estrutura da paisagem mostrou que há predominância de fragmentos pequenos na paisagem da bacia, enfatizando o impacto das atividades humanas na área. O alto comprimento de borda mostra o comprometimento na manutenção da biodiversidade dos fragmentos de vegetação

arbórea da bacia hidrográfica. A forma dos fragmentos é mais irregular, indicando a tendência de sofrerem maior influência das perturbações externas (efeito de borda).

A partir dos resultados obtidos com esse estudo, deve-se enfatizar que esse trabalho pode fomentar o desenvolvimento de políticas públicas visando a gestão sustentável dos recursos naturais, objetivando assim recuperar e preservar os fragmentos remanescentes da vegetação arbórea para dessa forma viabilizar a perpetuação das espécies e manutenção da biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

ARAI, M. et al. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988. Belém. Anais ... Belém, SBG, 1988. v. 2, p. 738-752.

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p. 711-728, 2014.

AZEVEDO, D.G.; GOMES, R.L.; MORAES, M.E.B. Estudos da fragmentação da paisagem na definição de áreas prioritárias para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do rio Buranhém. **Boletim de geografia**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 127-144, 2016.

ALMEIDA, F.S.; GOMES, D. da S.; QUEIROZ, J. Estratégias para a conservação da biodiversidade biológica em florestas fragmentadas. **Ambiência**, Guarapuava, v.7, n.2, p. 367-382, 2011.

ALMEIDA, C.G. Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2008.

ARIMA, E. Y. et al. Spontaneous Colonization and Forest Fragmentation in the Central Amazon Basin. **Annals of the Association of American Geographers**, [s.1], v. 103, n. 6, p. 1485-1501, 2013.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA'E GA**, Paraná, n. 8, p. 141-152, 2004.

CALEGARI, L. et al. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.871-880, 2010.

CASIMIRO, P.C. Estrutura, composição e configuração da paisagem: conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da ecologia da paisagem. **Revista Portuguesa de Estudos regionais**, n. 20, p. 75-99, 2009.

CHAVEZ, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v.24, p. 459-479, 1988.

CHAVEZ, P. S. Radiometric calibration of Landsat thematic mapper multispectral images. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.55, p.1285-1294, 1989.

CORDEIRO, I.M a.; ARBAGE, M.J.; SCHWARTZ, G. Nordeste do Pará: configuração atual e aspectos identitários. In: CORDEIRO, I.M.; RANGEL-VASCONCELOS, L.G.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. (Org). Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Belém: Edufra, 2017. p. 19 - 58.



CORDEIRO, I.M b.; RANGEL-VASCONCELOS, L.G.; SCHWARTZ, G. O manejo da floresta secundária na Amazônia oriental. In: CORDEIRO, I.M.; RANGEL-VASCONCELOS, L.G.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Belém: Edufra, 2017. p.163 - 190.

COELHO, V. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.64-72, 2014.

ETTO, T.L. et al. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do ribeirão das pedras - Campinas-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.6, p.1063-1071, 2013.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

HENTZ, A. M. K. et al. Avaliação da fragmentação dos remanescentes florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu – Pr, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11 n.21, p. 2842-2858, 2015.

HOLANDA, A. C. et al. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.103-114, 2010.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

JUVANHOL, R.S. et al. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.18, n. 4, p. 353-364, 2011.

JESUS, E.N.de.; FERREIRA, R.A.; ARAGÃO, A.G.; SANTOS, T.I.S.; ROCHA, S.L. Estrutura dos fragmentos florestais da Bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.3, p.467-474, 2015.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G.. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

LAURANCE, W. et al. The future of the Brazilian Amazon: development trends and deforestation. **Science**, Washington, v. 291, n. 5503, p. 438-439, 2001.

LAURANCE, W. et al. Rainforest fragmentation kills big trees. **Nature**, v. 404, p. 836, 2000.

LAURANCE, W. Hyper-Disturbed Parks: Edge Effects and the Ecology of Isolated Rainforest Reserved in Tropical Australia. In: LAURANCE, W.; BIERREGAARD, R. O. (Ed). Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 33-44.

LAURANCE, W.; VASCONCELOS, H. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.434-451, 2009.

LORENA, R. B.; SANTOS, J. R.; SHIMABUKURO, Y. E. Técnica de detecção de mudanças aplicada em imagens de satélite como ferramenta de monitoramento de uso e cobertura da terra na amazônia ocidental (acre). **Espaço & Geografia**, Brasília, v.7, n.1, p. 47-76, 2004.

- MOREIRA, T. R. et al. Confronto do uso e ocupação da terra em Apps no município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.22, n.2, p.141-152, 2015.
- MENESES, P. R.; SANO, E. E. Classificação Pixel a pixel de imagem. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org). Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília: UnB, 2012. p. 201-218.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Ed.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: UFPR, 2003. p. 423-453.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n.1, p. 1-9, 2001.
- NASCIMENTO, H.; LAURANCE, W. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n.2, p. 183-192, 2006.
- NASCIMENTO, T. V.; FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.39 n.1, p. 170-178, 2017.
- PEREIRA, B. W. F. et al. Estrutura da paisagem da bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi com base na fragmentação da vegetação. **Rev. Cienc. Agrar.**, Belém, v.58, n.2, p. 159-167, 2015.
- PIROVANI, D. B. et al. Análise espacial de fragmentos florestais na bacia do rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.2, p.271-281, 2014.
- PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R. Análise da paisagem e mudanças no uso da terra no entorno da RPPN Cafundó, ES. **Cerne**, Lavras, v.21, n.1, p. 27-35, 2015.
- SOUZA, C. G. et al. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 631-644, 2014.
- SOUZA, S. R. et al. Dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Apeú, nordeste do Pará, Brasil. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 141-150, 2011.
- SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J.C.; FELFILI, J. (Org.). Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005. 26p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/17\\_Sumario.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/17_Sumario.pdf)>. Acesso em: 05 fev. 2018.
- TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v.143, p.2328–2340, 2010.
- VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; ALMEIDA, A. Análise das modificações da paisagem da região Bragantina, no Pará, integrando diferentes escalas de tempo. **Ciência e Cultura**, Campinas, v.59 n.3, p. 27-30, 2007.

## CONCLUSÕES GERAIS

A paisagem da bacia hidrográfica do rio Marapanim encontra-se significativamente alterada, com predominância das atividades agropecuárias, como reflexo do longo processo de ocupação que ocorreu no nordeste paraense a partir da instalação de um campesinato agrícola na zona bragantina, em meados do século XIX, e que se estendeu por todo o território da região.

A análise da dinâmica da paisagem ao longo da bacia mostrou que a classe de vegetação secundária foi convertida ao longo dos anos, principalmente em agropecuária, corroborando com a expansão dessa atividade no nordeste paraense principalmente nos últimos anos.

Os conflitos de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente (App's) ocorreram principalmente pela substituição de áreas vegetadas por solo exposto, demonstrando o uso inadequado das App's de margens de rios e nascentes, o que vai de encontro ao que preconiza a legislação ambiental brasileira.

Na análise da estrutura da paisagem, foi identificado que a bacia hidrográfica se encontra muito fragmentada, sendo que os fragmentos possuem pequena dimensão, o que compromete a conservação da biodiversidade. A paisagem possui uma baixa diversidade de usos, notadamente em decorrência do predomínio da classe de vegetação arbórea, comprovado pelo baixo índice de diversidade de Shannon.

A vegetação arbórea é a classe da bacia que se encontra mais fragmentada, com fragmentos com formato mais irregular e conseqüentemente, mais susceptível aos efeitos de borda, levando à perda de biodiversidade local, devido às reduções da variabilidade genética em conseqüência da exposição das espécies às condições externas, notadamente condições climáticas, presença de parasitas, além de fatores físicos e químicos.

Assim, espera-se que esse trabalho auxilie o comitê de bacia do rio Marapanim nas ações de prevenção e monitoramento ao longo da bacia hidrográfica, para que assim, a Universidade possa cumprir com os seus pilares de ensino, pesquisa e extensão.

## ANEXO 1

### Normas da revista Íbero Americana de Ciências Ambientais

#### 1. NORMAS DE SUBMISSÃO

As normas de submissão são requisitos básicos para aceitação de trabalhos a serem publicados em qualquer uma das revistas do Portal de Periódicos da Sustenere Publishing Corporation. Admitem-se dois tipos de trabalhos acadêmicos: artigos ou notas científicas. Para cada um dos tipos de trabalhos admitidos os autores deveram observar requisitos de estrutura, formatação, citações e referências.

Não são aceitos autores que não tenham cadastro e currículo ativo na Plataforma Lattes (<http://lattes.cnpq.br>) do Conselho Nacional de Pesquisa do Brasil (CNPQ) e no ORCID (<https://orcid.org/>). O cadastro no Lattes é obrigatório, e no ORCID é opcional. Os pesquisadores brasileiros só poderão receber bolsas de estudo da CAPES e do CNPQ com estes cadastrados efetivados. O link para o LATTES deve ser inserido no campo URL, e o link para o ORCID deve ser inserido no campo ORCID do sistema de submissão.

#### 1.1 ESTRUTURA

##### 1.1.1 Seção Artigos

Na seção Artigos serão publicados artigos originais ou de revisão. Artigos originais são aqueles que apresentam temas e abordagem originais, enquanto artigos de revisão são aqueles que melhoram ou atualizam significativamente as informações de trabalhos anteriormente publicados. A estrutura do artigo, entre 10 e 20 laudas, deve conter os elementos pré-textuais, os textuais no formato IRMRDC (Introdução, Revisão, Metodologia, Resultados, Discussão e Conclusões) para trabalhos com resultados de campo, ou IMDTC (Introdução, Metodologia, Discussão Teórica e Conclusões) para pesquisas de revisão teórica sem resultados de campo, e ainda os elementos pós-textuais, como segue:

- Elementos pré-textuais: título, subtítulo (se houver), nome e biografia dos autores (apenas no sistema, pois na fase de submissão, devem ser excluídos do arquivo em Word ou Open Office), resumo, palavras-chave (3 a 5), tradução para o inglês do título, subtítulo, resumo (abstract) e palavras-chave (keywords);
- Elementos textuais (IRMRDC) para pesquisas com resultado de campo:

1. Introdução: contextualização histórica, fundamentação e delimitação do assunto, objetivos e justificativas;

2. Revisão teórica: parte opcional que deverá ser concisa e clara e pode ser dividida em subseções ou capítulos;

3. Metodologia (ou materiais e métodos): elaborada de forma que permita a replicabilidade da pesquisa;

4. Resultados: preferencialmente usando figuras, gráficos, tabelas, quadros, claros e legíveis, para proporcionar posterior discussão e comparação com outras pesquisas;

5. Discussão: explicação ou comparação dos resultados, no mesmo trabalho ou com outras pesquisas semelhantes;

6. Conclusões: opinião ou reflexão pessoal sobre o assunto, bem como proposituras de cunho científico.

- Elementos textuais (IMDTC) para pesquisas de revisão teórica sem resultados de campo:

1. Introdução: contextualização histórica, fundamentação e delimitação do assunto, objetivos e justificativas;
  2. Metodologia (ou materiais e métodos): elaborada de forma que permita a replicabilidade da pesquisa;
  3. Discussão Teórica: explicações ou comparações resultantes da discussão teórica, dividida em subseções ou capítulos;
- Conclusões: opinião ou reflexão pessoal sobre o assunto, bem como proposituras de cunho científico.

- Elementos pós-textuais: referências.

O manuscrito deve ser iniciado com o **Título**, que deve ser conciso e informativo, com no máximo 15 palavras, todo em maiúsculas, negrito e centralizado. Os subtítulos incluídos no texto devem ser em maiúsculas, não numerados e alinhados à esquerda. Não deverão ser colocados os dados dos autores para preservar o sigilo da avaliação por pares cegas.

Logo após o Título, inserir o **Resumo**, que deve ter caráter informativo, apresentando as idéias mais importantes do trabalho, escrito em espaçamento simples, em um único parágrafo que deverá ter entre 200 e 400 palavras. Incluir, ao final, de 03 (três) até 05 (cinco) **Palavras-chave**. Na continuidade, o autor deverá traduzir para a língua inglesa o Título, o Resumo e as Palavras-chave, nomeando a tradução para o inglês de **Abstract e Keywords**, respectivamente.

Nas Referências, **as obras/autores devem ter sido citadas no texto** do trabalho e devem obedecer as dispostas no final deste documento, que foram constituídas com base nas orientações da **ABNT**, bem como as orientações no final deste documento. Trata-se de uma listagem dos livros, artigos e outros elementos de autores efetivamente utilizados e referenciados ao longo do artigo. **Não podem existir referências sem as devidas citações, e vice-versa.**

## 2. FORMATAÇÃO

O manuscrito deve ser editado em Microsoft Word ou Open Office, sendo formatado em tamanho A4 (210 x 297 mm), texto na cor preta e fonte Calibri, tamanho 11 para o texto e tamanho 10 para citações longas, legendas de figuras, tabelas e referências, com ilustrações em escala cinza. Todas as margens do manuscrito (superior, inferior, esquerda e direita) devem ter 2,0 cm.

Os resumos, em qualquer uma das seções, deverão manter espaçamento simples em um único parágrafo e alinhamento justificado. Conteúdo e legendas de tabelas, quadros e figuras devem estar em Calibri, tamanho 9.

Os manuscritos deverão ter espaçamento entre linhas de 1,5, contendo espaçamento entre parágrafos, e estes, em alinhamento justificado e com recuo especial da primeira linha de 1,25. As notas de rodapé, as legendas de ilustrações e tabelas, e as citações textuais longas devem ser formatadas em espaço simples de entrelinhas.

As ilustrações que compreendem tabelas, gráficos, desenhos, mapas e fotografias, lâminas, plantas, organogramas, fluxogramas, esquemas ou outros elementos autônomos devem aparecer sempre que possível na própria folha onde está inserido o texto a que se refere.

## 3. REFERÊNCIAS

Entende-se por referências bibliográficas o conjunto de elementos que permitem a identificação, no todo ou em parte, de documentos impressos ou registrados em diversos tipos de materiais. As referências bibliográficas são uma lista de fontes consultas e citadas ao longo do corpo do trabalho, estas devem ser listadas em ordem alfabética de autor, alinhadas a esquerda, em tamanho 10, espaço simples entre linhas, e duplo entre as referências. Em nossa plataforma, e conseqüentemente em todos os periódicos da mesma, as referências seguem as orientações da ABNT.

**ATENÇÃO:** as obras que tiverem registro internacional do tipo DOI da CrossRef devem ter obrigatoriamente ao final o número de registro, como segue no exemplo abaixo:

SILVA, C. E.; PINTO, J. B.; GOMES, L. J.. Ecoturismo na Floresta Nacional do Ibura como potencial fomento de sociedades sustentáveis. Revista Nordestina de Ecoturismo, Aracaju, v.1, n.1, p.10-22, 2008. DOI: <http://doi.org/10.6008/ESS1983-8344.2008.001.0001>

**ATENÇÃO:** O “et al.” só pode ser utilizado nas CITAÇÕES e não nas REFERÊNCIAS, onde deve constar obrigatoriamente o nome de todos os autores.

De forma genérica as referências devem ter os seguintes elementos: autor (quem?); título (o que?); edição; local de publicação (onde?); editora; e data de publicação da obra (quando?).

## ANEXO 2

### Normas da revista Brasileira de Geografia Física

#### Diretrizes para Autores

Preparação de originais: Os artigos, revisões de literatura, notas CIENTÍFICAS devem ser encaminhados, exclusivamente, via online, editados nos idiomas Português ou Inglês. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 (210 x 297 mm), com margens ajustadas em 2cm (superior, inferior, esquerda e direita), texto em duas colunas, espaçamento simples entre linhas, indentação de 1,25 cm no início de cada parágrafo, fonte Times New Roman, tamanho 11 em todo o texto. Os títulos devem estar em fonte 12 e os subtítulos (quando existirem) devem estar em itálico. O manuscrito deve ser submetido seguindo o modelo da RBGF. Todas as Figuras (imagens e/ou gráficos) devem ser incluídas no corpo do texto e também submetidas em separado e isoladamente (uma a uma) em documentos suplementares. As figuras para documentos suplementares devem possuir 300dpi. O número mínimo de páginas será de 15 para Artigos, 20 para Revisão de Literatura e 8 para Nota Científica, incluindo tabelas, gráficos e ilustrações. Um número mínimo de páginas diferente das quantidades recomendados pela revista serão aceitos apenas mediante consulta prévia ao Editor Chefe. Os Artigos, Revisões de Literatura, Notas científicas deverão ser iniciados com o título do trabalho e, logo abaixo, os nomes completos dos autores, com o cargo, o local de trabalho dos autores e endereço eletrônico. A condição de bolsista poderá ser incluída. Como chamada de rodapé referente ao título, deve-se usar número-índice que poderá indicar se foi trabalho extraído de tese, ou apresentado em congresso e entidades financiadoras do projeto. O artigo deverá conter, obrigatoriamente, os seguintes tópicos: Título; Resumo; Palavras-chave; Abstract; Keywords, Introdução com revisão de literatura e objetivos; Material e Métodos; Resultados, Discussão; Conclusão, Agradecimentos e Referências. Os capítulos de Resultados e Discussão poderão ser inseridos juntos ou em separado no artigo.

Agradecimentos devem aparecer sempre antes das Referências. Todos estes tópicos devem ser escritos com apenas a primeira letra maiúscula, fonte Times New Roman, tamanho 11 e negrito, com exceção do TÍTULO que deverá estar em tamanho 12 e apenas com a primeira letra das principais palavras em maiúscula, por exemplo: "Estrutura do Componente Lenhoso de uma Restinga no Litoral Sul de Alagoas, Nordeste, Brasil (Structure of the Woody Component of a Restinga on the South Coast of Alagoas, Northeastern Brazil)", com exceção dos nomes científicos e autores das espécies. As referências deverão ser atualizadas e publicados nos últimos cinco anos.

Créditos de financiamentos devem vir em Agradecimentos, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Os Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer E-mail para correspondência.

Os RESUMO e ABSTRACT devem conter no máximo 250 palavras, escritos no seguinte formato estruturado: Motivação do estudo (porque o trabalho foi realizado, quais as principais questões a serem investigadas e porque isso é importante para o público da RBGF), Métodos (texto explicativo dos métodos utilizados para a realização do estudo), Resultados (principais resultados obtidos) e Conclusões (afirmativas curtas que respondam os objetivos apresentados na Introdução). Serão seguidos da indicação dos termos de indexação, diferentes daqueles constantes do título. A tradução do RESUMO para o inglês

constituirá o ABSTRACT, seguindo o limite de até 250 palavras. Ao final do RESUMO, citar até cinco Palavras-chave, à escolha do autor, em ordem de importância, evitando palavras no plural e abreviaturas. A mesma regra se aplica ao ABSTRACT em Inglês para as Keywords.

Resumo e Abstract NÃO devem conter citações bibliográficas.

Introdução - deve ser breve ao expor, evitando abreviaturas, fórmulas e nomes dos autores de espécies vegetais/animais:

- a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;
- b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho, esclarecendo o tipo de problema abordado ou a(s) hipótese(s) de trabalho, com citação da bibliografia específica e finalizar com a indicação do objetivo.

Introdução NÃO deve conter Figuras, Gráficos ou Quadros.

Material e Métodos - devem ser reunidas informações necessárias e suficientes que possibilitem a repetição do trabalho por outros pesquisadores; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deve, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e Métodos.

Resultados - devem conter uma apresentação concisa dos dados obtidos. As Figuras devem ser numeradas em sequência, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da Figura e/ou Quadro. As Tabelas devem ser numeradas em sequência, em arábico e com numeração independente das Figuras. Tanto as Figuras quanto os Quadros devem ser inseridos no texto o mais próximo possível de sua primeira citação.

Itens da Tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda. As Figuras e as Tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa (Figura e Tabela). Todas as Figuras e Tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto e ser submetidas como documentos suplementares, em separado. As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4  $\mu\text{m}$ ), e com o número separado da unidade, com exceção de percentagem (Ex.: 90%). Os números de um a dez devem ser escrito por extenso (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 amostras. O nome científico de espécies deve estar sempre em itálico, seguido do nome do autor.

Os títulos das Figuras, Tabelas e/ou Quadros devem ser autoexplicativos e seguir o exemplo a seguir: Figura 1. Localização, drenagem e limite da bacia hidrográfica do Rio Capiá. Subdivisões dentro de Material e Métodos ou de Resultados e/ou Discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de Estudo - localiza se ...



Discussão - deve conter os resultados analisados, levando em conta a literatura, mas sem introdução de novos dados.

Conclusões - devem basear-se somente nos dados apresentados no trabalho e deverão ser numeradas.

Agradecimentos - Item obrigatório no artigo. Devem ser sucintos e não aparecer no texto ou em notas de rodapé.

Referências - Seguir instruções abaixo.

### **Citação no texto**

Todas as referências citadas no texto devem também está presente na lista de referências e vice-versa. As citações podem ser feitas diretamente ou entre parênteses:

Segundo Pimentel (2018), ...

Moura (2018) e Galvínio (2018) constataram...

Galvínio e Moura (2018), trabalhando com ...

Galvínio et al. (2008) constataram...

No final ou no meio de uma sentença:

(Pimentel, 2018)

(Galvínio e Moura, 2018)

(Galvínio et al., 2008)

Grupos de referências devem ser listadas em ordem cronológica:

...como demonstrado por alguns autores (Galvínio et al., 2015; Galvínio e Moura, 2016; Pimentel, 2018).

### **Referências:**

Periódicos

Autor, Ano. Título. Periódico volume, páginas.

Foley, J.A., Botta, M.T., Coe, M.H.C., 2002. The el niño/southern oscillation and the climate, ecosystems and rivers of amazon. *Global Biogeochemical Cycles* 2, 1-5.

Periódicos eletrônicos

Autor, Ano. Título. Periódico [Online] volume. Disponível: URL. Acesso: Dat.

Amanajás, J.C., Braga, C.C., 2012. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia oriental utilizando análise multivariada. Revista Brasileira de Meteorologia [online] 27. Disponível: [http:// dx.doi. org/ 10.1590/ s0102 – 77862012000400006](http://dx.doi.org/10.1590/s0102-77862012000400006). Acesso: 23 jun. 2014.

Instituição

Sigla. Entidade, Ano. Título. Cidade.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. Caracterização de Ambientes na Chapada dos Veadeiros/Vale do Rio Paranã: uma contribuição para a Classificação Brasileira de Solos. Planaltina.

## ANEXO 3

### Normas da revista Ciência Florestal

A revista CIÊNCIA FLORESTAL publica artigos técnico-científicos inéditos, resultantes de pesquisa de interesse da área florestal. Também são aceitas notas técnicas e artigos de revisão. Os textos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

Os manuscritos devem ser submetidos à revista via online por meio da PLATAFORMA SEER. O autor que submete o artigo assume toda e qualquer responsabilidade pelas informações, que os demais autores estão de acordo com a submissão e que o artigo é inédito. Os conceitos e afirmações emitidas no artigo são de exclusiva responsabilidade dos autores. Contudo, o Conselho Editorial reserva-se o direito de solicitar ou sugerir modificações no texto original.

Os artigos devem ser organizados da seguinte forma:

Artigo científico e nota técnica: Título, Resumo, Introdução com Revisão de Literatura e objetivos, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências. Antes do item Referências, quando apropriado, mencionar a aprovação pela Comissão de Ética e Biossegurança da Instituição.

O manuscrito deve ser editado no Microsoft Word, com espaço simples, linhas numeradas continuamente e sem os nomes dos autores, fonte Times New Roman, tamanho 11, tabulação de 1,25 cm, formato A4, com 2 cm de margens esquerda, inferior e superior, e 1,5 cm de margem direita, orientação retrato e máximo de 12 páginas.

O Título do manuscrito, com no máximo duas linhas, deve ser centralizado e em negrito, com letras maiúsculas (exceto nomes científicos), redigido em português ou espanhol, seguido da versão em inglês (esta em não negrito).

O Resumo deve ser apresentado em um único parágrafo, contendo o máximo de 300 palavras) e redigido em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As palavras RESUMO e ABSTRACT devem ser redigidas em letras maiúsculas, negrito e centralizadas.

Logo após o texto do Resumo e do Abstract devem ser incluídos os termos Palavras-chave e Keywords, respectivamente, com alinhamento à esquerda, seguidas de dois pontos e em negrito, contendo até quatro termos (não contidos no título), separados por ponto e vírgula.

Os grandes itens (INTRUDUÇÃO, MATERIAL E MÉTODO, RESULTADOS E DISCUSSÃO, CONCLUSÃO, AGRADECIMENTOS e REFERÊNCIAS) devem ser escritos em letras maiúsculas, negrito e alinhados à esquerda. Os demais obedecem a seguinte sequência:

**MATERIAL E MÉTODO** - (item primário) - todo em maiúsculas e negrito.

**Caracterização do local** - (item secundário) - só a inicial maiúscula e em negrito.

**Solo** - (item terciário) - só a inicial maiúscula, em negrito e itálico.

*Horizonte A* - (item quaternário) - só a inicial maiúscula, em itálico.

As siglas e abreviaturas, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, deverão ser colocadas entre parênteses, precedidas do nome por extenso.

Figuras (gráficos e fotografias), devem possuir resolução mínima de 300dpi, **PODENDO SER EM CORES**, sem-contorno. As dimensões (largura e altura) não podem ser maiores que 17 cm, sempre com orientação da página na forma retrato (fonte: Times New Roman, tamanho da fonte: 11, não-negrito e não-italico).

As figuras e tabelas devem ser auto-explicativas e alocadas no texto logo após sua primeira chamada. A identificação destas deve ser expressa em dois idiomas (a usada na versão do trabalho e o inglês, se o trabalho for em inglês, a outra será o português). As tabelas devem ser produzidas em editor de texto (Word) e não podem ser inseridas no texto como figuras. Para tabelas com conteúdo numérico, as vírgulas (ou pontos) devem ficar alinhadas verticalmente e os números centralizados na coluna.

Nomes científicos devem ter gênero e espécie escritos por extenso (Ex: *Araucaria angustifolia*) e em itálico (em negrito quando dentro de títulos ou itens escritos da mesma forma).

Fórmulas editadas pelo módulo Equation Editor, do Microsoft Word, devem obedecer à fonte do texto, com símbolos, subscrito/sobrescrito etc., em proporções adequadas.

Citações bibliográficas serão feitas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, usando o sistema "autor-data". Todas as citações mencionadas no texto obrigatoriamente devem ser relacionadas na lista de Referências (e vice-versa), de acordo com a norma NBR 6023 da ABNT.



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)