



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



## **Análise da Dinâmica do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim, Pará**

Lucyana Barros Santos<sup>1</sup>; Márcia Nazaré Rodrigues Barros<sup>2</sup>; Andréa dos Santos Coelho<sup>2</sup>; Norbert Fenzl<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bolsista do Programa de Capacitação Institucional do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (PCI/INPE), lucyana\_barros@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará/Embrapa Amazônia Oriental/Museu Paraense Emílio Goeldi-Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (UFPA/EMBRAPA/MPEG-PPGC A), nmrbarros@hotmail.com, andrea\_geoambiente@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor Titular, Universidade Federal do Pará/Núcleo de Meio Ambiente-Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (UFPA/NUMA-PPGEDAM), norbert@ufpa.br

Artigo recebido em 08/01/2020 e aceite em 20/07/2020.

### **RESUMO**

O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, localizada na região Nordeste do estado do Pará e se propôs a realizar a análise das transformações da paisagem por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento a fim de identificar e entender os processos existentes. A região onde a bacia está inserida passa por uma modificação em sua dinâmica de uso da terra frente a uma nova fronteira agroenergética através da introdução e expansão do dendê, que emerge como um caminho para conter o crescimento da soja e da pecuária. Foram realizadas análises nos períodos de 1984, 2008 e 2017. Os resultados revelam uma intensa dinâmica de mudanças na paisagem, onde as classes Agropecuária e VS compõe a maior parte da paisagem modificada da área da bacia. Vem ocorrendo uma perda gradativa das áreas de Floresta e estas estão em grande parte ao longo da drenagem, exercendo a proteção dos mananciais e com limitada reserva. Ressalta-se a importância de ações que garantam a conservação das áreas de remanescentes florestais dada à intensidade com que as mudanças vêm ocorrendo na região da bacia. Nota-se nos dados o crescimento das áreas de Silvicultura onde este está aumentando em decorrência da expansão do cultivo do dendê no Nordeste Paraense, onde existe uma grande extensão de áreas degradadas e com potencial segundo conduzido pelo ZAE Dendê. Em seis dos doze municípios presentes na área da bacia já existe a presença desta expansão e estes são: Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará, Santo Antônio do Tauá e Vigia.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Uso da terra. Rio Marapanim.

## **Analysis of Land Use Dynamics in the Marapanim River Basin, Pará**

### **ABSTRACT**

The study was conducted in the Marapanim river basin, located in the Northeast region of the state of Pará and proposed to perform from analysis of landscape transformations through remote sensing techniques and geoprocessing modeling dynamic in order to understand current processes and reflect on the future. The region where the basin is inserted undergoes a change in its land use dynamics in the face of a new agro-energy frontier through the introduction and expansion of palm oil, which emerges as a path to contain soybean and livestock growth. Analyses were performed in the periods of 1984, 2008 and 2017. The results reveal an intense dynamics of changes in the landscape, where the Agricultural and VS classes make up most of the modified landscape of the basin area. There has been a gradual loss of forest areas and these are largely throughout the drainage, exercising the protection of springs and with limited reserve. It is emphasized the importance of actions that ensure the conservation of areas of forest remnants given to the intensity with which the changes have been occurring in the basin region. The growth of forestry areas where it is increasing as a result of the expansion of palm oil cultivation in northeast Pará, where there is a large extension of degraded areas with second potential conducted by ZAE Dendê. In six of the twelve municipalities present in the basin area there is already the presence of this expansion and these are: Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará, Santo Antônio do Tauá and Vigia.

Keywords: Watershed. Land use. Marapanim River.

### **Introdução**

A Amazônia Legal (AL), nas últimas décadas, em função dos altos índices de

desmatamento, decorrentes das alterações

aceleradas no uso da terra e do aumento da densidade demográfica vêm sofrendo transformações na sua paisagem, acarretando impactos ambientais e socioeconômicos significativos que atuam em escala local, regional e global (Romão et al., 2017; Morais & Carvalho, 2013).

Em razão da aceleração desse processo, a partir de 1988 o Brasil passa a contar com o Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que permite estimar as taxas anuais de desflorestamento ocorridas pela perda da cobertura florestal primária. Com o objetivo de qualificar o desmatamento e monitorar a dinâmica de uso e cobertura da terra na região, em 2008, o INPE em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), lança o Projeto TerraClass, (Almeida et al., 2016; Coutinho et al., 2013).

O desenvolvimento dessas tecnologias de monitoramento permite identificar o papel que o estado do Pará desempenha no cenário do desmatamento amazônico. Segundo dados do PRODES, em 2018 o estado respondia por 34% do desmatamento acumulado da região, o que equivale a uma área de 267.531 km<sup>2</sup>.

Dentro desse contexto destaca-se a bacia do Rio Marapanim, localizada na região do Nordeste Paraense que ao longo dos anos vem apresentando um modelo de ocupação tradicional, baseado na exploração dos recursos naturais, em que grande parte de sua floresta foi retirada ou intensamente degradada, resultado de ações governamentais, como o Programa de Colonização

Dirigida, ocorrida na década de 1950, ou pela instalação de grandes projetos agropecuários (Santos et al., 2019, Coelho et al., 2018; Cordeiro, et al., 2017; Silva & Silva, 2008).

Esta conjuntura passa por um agravamento em decorrência da região ter se tornado uma nova fronteira agroenergética ligada a interesses do setor de produção de agrocombustíveis e alimentos, alterando a dinâmica de uso da terra através da introdução e expansão da dendeicultura (palma de óleo), que se destaca como uma alternativa para conter o avanço da soja e da pecuária na região (Villela, 2014; Gomes et al., 2016; Coelho et al., 2018). No entanto, dados da Produção Agrícola Mundial apontam crescimento da produção de milho e soja em municípios como Tailândia, grande produtor de dendê (IBGE, 2018).

Este trabalho teve por objetivo identificar e compreender os processos que causam o desmatamento na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, decorrentes da dinâmica do uso e cobertura da terra, e assim subsidiar o planejamento e a sua gestão ambiental.

Para tanto, foram utilizados produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento associados ao conhecimento sobre as formas de ocupação da região, o que permitiu analisar a paisagem, através da interpretação e classificação de imagens de satélite e a espacialização dos resultados.

A hipótese levantada nesta pesquisa é que mantendo a atual dinâmica do uso e cobertura da terra existente na região, onde a bacia do Rio Marapanim está localizada, haverá perda dos remanescentes florestais, o que comprometerá a biodiversidade local.

## Material e métodos

### *Área De Estudo*

#### Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim

A área de estudo corresponde ao limite da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, com cerca de 2.096 Km<sup>2</sup> (Figura 1), proveniente da base hidrográfica ottocodificada (BHO) da ANA (2015) oriunda da Codificação de Bacias Hidrográficas de Pfafstetter (1989), ordem de grandeza nível 04, número 7132.

Segundo a nova divisão regional do Brasil, elaborada pelo IBGE (2017), a bacia hidrográfica do Rio Marapanim localiza-se nas Regiões Intermediárias de Belém e Castanhal ocupando 5%

e 95% da área da bacia, respectivamente (Santos et al., 2019). Situa-se nas coordenadas 47°46'33"W e 01°4'1"S, limitando-se ao Norte pelo Oceano Atlântico, ao Sul pela bacia do rio Guamá - Moju, a Leste pela bacia do rio Gurupi, e a Oeste pela baía do Marajó.

O limite da bacia engloba partes dos territórios de 12 municípios: Castanhal, Curuçá, Igarapé-Açu, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Santa Isabel do Pará, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odivelas, São Francisco do Pará, Terra Alta e Vigia.

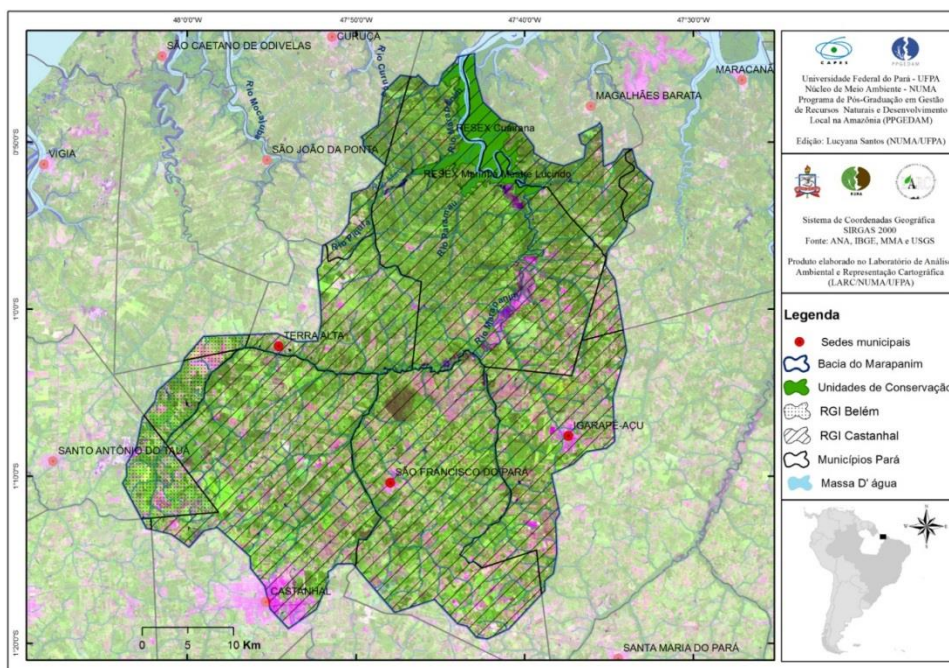


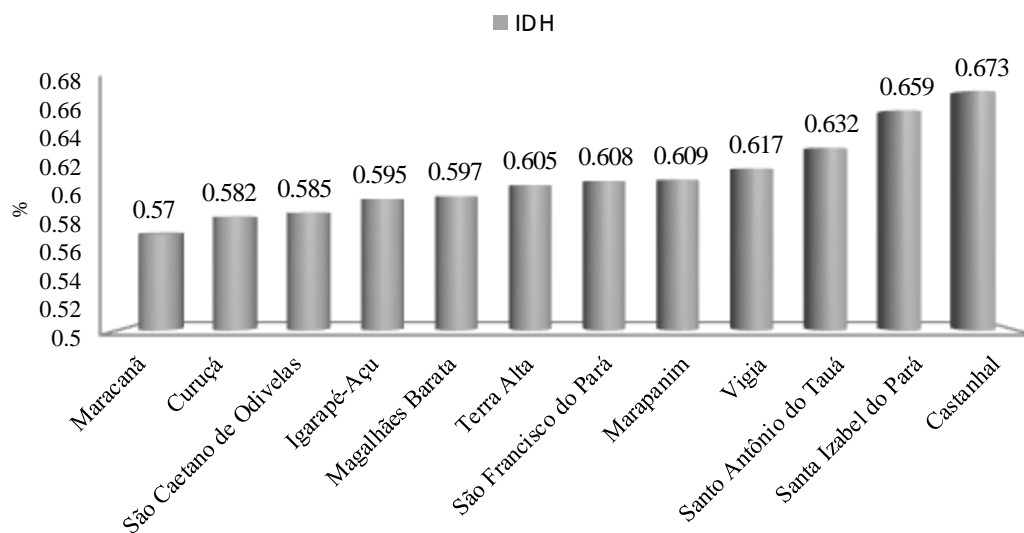
Figura 1– Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Marapanim na imagem de satélite Landsat 8 do ano de 2017

Fonte: ANA (2006), IBGE (2016,2017), MMA (2014) e USGS (2017)

O gráfico 1 apresenta dados a respeito do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios que abrangem a área de estudo. Quanto ao IDH, os municípios da bacia possuem elevada vulnerabilidade social, onde 42% possuem baixo

nível de desenvolvimento humano e sete (58%), dos 12, possuem médio desenvolvimento humano. Maracanã e Curuçá são os que possuem os menores índices, 0,57 e 0,582 respectivamente (PNUD et al., 2013).

Gráfico 1 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim



Fonte: PNUD, 2013.

A área territorial onde a bacia hidrográfica do Rio Marapanim está inserida é de clima tropical, na categoria de megatérmico úmido. Segundo a classificação de Köppen-Geiger (Alvares et al.,

2013) o clima é classificado como Am, temperatura média, durante todo o ano, em torno de 28°C. A precipitação anual é elevada, com forte

concentração entre os meses de dezembro a maio e sendo mais baixa de junho a novembro.

Quanto à aptidão agrícola das áreas alteradas da bacia hidrográfica do Rio Marapanim (99,5% da área) presentes no Mapa de Solos e Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas do estado do Pará da Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa

Solos (2016) estas foram classificadas com as denominações de boa e não recomendada seja para pecuária ou agricultura. A área da bacia classificada quanto à aptidão agrícola é de aproximadamente 2.086 Km<sup>2</sup> onde as classes boa e não recomendada estão ocupando 88% e 12%, respectivamente (Figura 2).

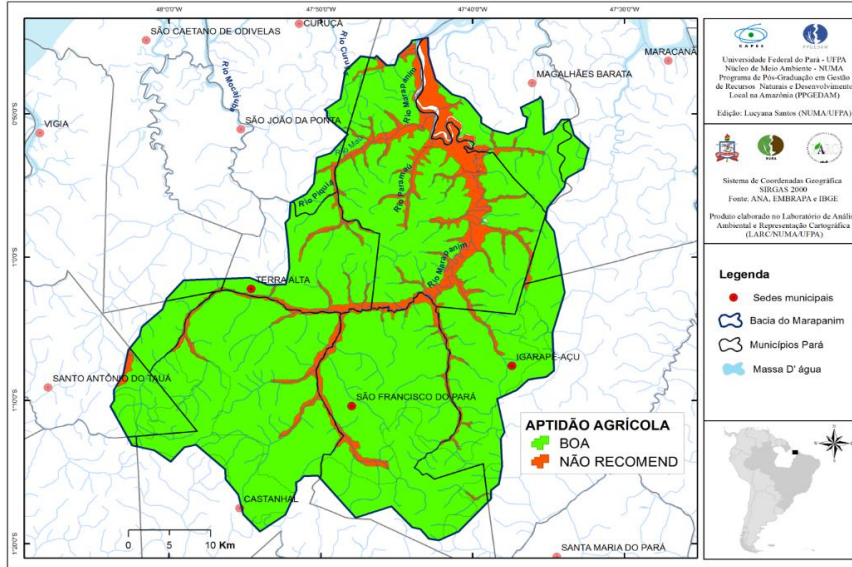


Figura 2 – Mapa de aptidão agrícola das áreas alteradas da bacia hidrográfica do Rio Marapanim  
Fonte: ANA (2006), EMBRAPA (2016) e IBGE (2016)

Os solos predominantes na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, segundo proposto pelo Mapa de Solos e Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas do estado do Pará da Embrapa Amazônia

Oriental e Embrapa Solos (2016) são: Gleissolos, Latossolos e Neossolos, abrangendo 3%, 88% e 9%, respectivamente (Figura 3).

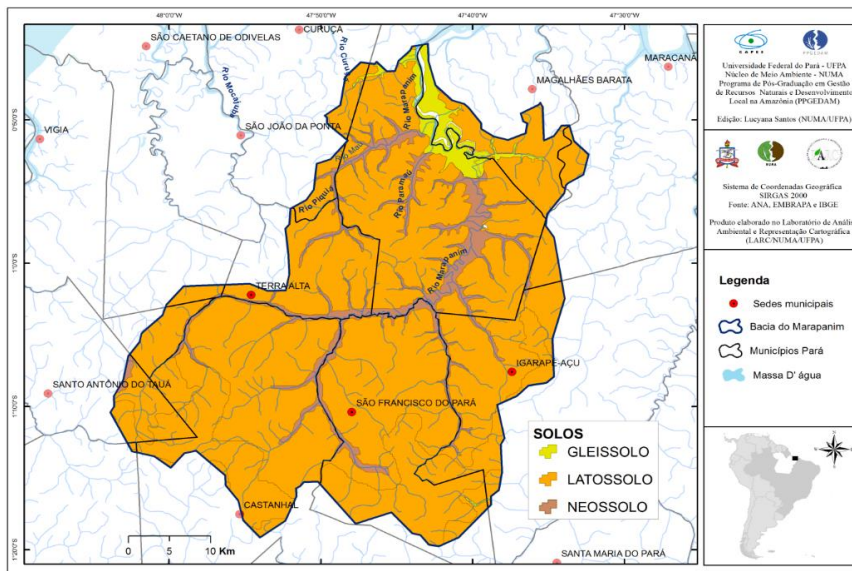


Figura 3 – Mapa de solos das áreas alteradas da bacia hidrográfica do Rio Marapanim  
Fonte: ANA (2006), EMBRAPA (2016) e IBGE (2016)

A região do Nordeste Paraense, onde se localiza a bacia hidrográfica ao longo dos anos vem apresentando um modelo de ocupação baseado tradicionalmente na extração dos recursos naturais e cujo processo migratório se iniciou a partir da década de 1950 com fluxo intenso e desordenado de nordestinos, resultado de ações governamentais que impulsionaram a vinda de grandes empreendimentos (Monteiro, 1997; Wiesenmüller, 2004, Rebello & Homma, 2017).

As áreas de floresta primária foram retiradas dando lugar à atividades agropecuárias, resultando em uma paisagem inteiramente antropizada (Wagner, 1995; Vieira et al. 2003; Cordeiro et al., 2017), ocupada por áreas de pastagens, agricultura de subsistência e outras práticas agrícolas. Essas áreas são periodicamente abandonadas, ocasionando um processo de regeneração e formação de vegetação secundária, conhecida comumente como capoeira (Lisboa, 1989; Morton et al., 2006; Rayol et al., 2006), que após algum tempo volta a ser incorporada ao sistema produtivo, com base na técnica de retirada da vegetação e posterior queima para limpeza da área.

As atividades econômicas predominantes na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim são: agricultura de pequeno porte (implantação de cultivos de subsistência, geralmente trabalhadores rurais que produzem diversas culturas com pouca tecnologia e mão de obra familiar), voltada para a produção de frutas e grãos; a produção animal voltada para a pecuária bovina, rebanho de galináceos, aquicultura (tambaqui, pirapitinga, tilápia entre outros) e produção de mel de abelha. Quanto às atividades de extração vegetal temos os subprodutos de exploração madeireira que possuem relevância com destaque para o carvão vegetal e a lenha (IBGE, 2016).

A produção de óleo de palma no Brasil era considerada modesta até 2010, quando o Governo lançou o plano para expansão do setor industrial do óleo de palma para gerar um polo de produção de biocombustíveis no Estado do Pará, incentivando

grandes empresas nacionais como a mineradora Vale e a petroleira Petrobras a se instalarem na região com áreas já desmatadas nos municípios de Mojú e Tailândia, aumentando em cinco anos a área plantada em 100.000 hectares. No entanto, a crise no Brasil e a queda dos preços de petróleo foi determinante para que a expansão não continuasse, além disso, a distância em relação aos centros consumidores de biocombustíveis, a infraestrutura viária péssima da região e o sistema tributário brasileiro oneroso, são fatores que inviabilizaram a continuação do projeto (Instituto Peabiru, 2016).

Em relação a produção do óleo de palma, o Brasil é responsável por 395.000 ton/ano de produção deste óleo, e ocupa a 9ª posição, porém a produção não consegue suprir a demanda interna que atualmente é cerca de 500 mil ton/ano (ABRAPALMA, 2018).

A maior área de plantio de dendê está localizada no Estado do Pará, com cerca de 98%, com produção de óleo estimada para 2018 em meio milhão de toneladas, sendo considerado o maior produtor nacional do óleo de palma, com área de 207.252 ha, sendo que cerca de 40 mil ha são provenientes de área de agricultura familiar. A produção de cachos de dendê no estado aumentou de 1.058.381 ton. em 2010 para 1.579.126 ton. em 2017, sendo os seis municípios com maior percentual de produção respectivamente são, Tailândia (25,65%), Concordia do Pará (16,36%), Bonito (12,67%), Acará (11,65%), Tomé-Açu (10,07%) e Mojú (8,94%) (SEDAP, 2018).

#### *Métodos de Pesquisa*

A determinação espacial da dinâmica do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Marapanim está fundamentada na aplicação de técnicas e produtos de Sensoriamento Remoto e análise estatística. As etapas foram trabalhadas da seguinte forma: Organização e Sistematização dos dados; Segmentação e Classificação das Imagens Digitais; Edição das imagens; Trabalho de Campo; e Definição e Descrição das Classes de Uso da Terra (Figura 4).

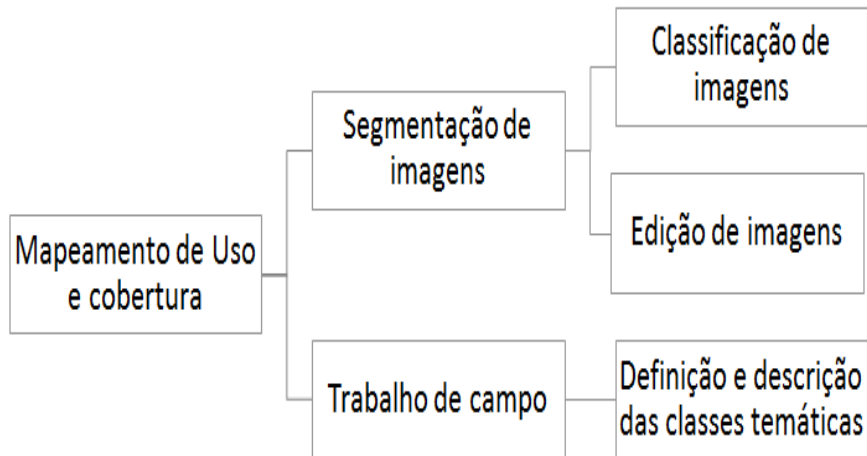


Figura 4 – Procedimento das etapas trabalhadas. Fonte: Fonte: Elaboração dos autores.

#### Organização e Sistematização dos Dados

A seleção de imagens foi realizada no site da USGS (earthexplorer). Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 4-5 TM, 7 ETM+ e 8 OLI-TIRS, no período de 01/01/1984 a 31/12/2017 Nível 1 por atenderem aos critérios formais de qualidade geométrica e radiométrica. A escolha das imagens de satélite para o período analisado deu-se pela distribuição espacial das nuvens em cada quadrante das imagens, pois a elevada presença de nuvens em um dado quadrante inviabiliza o reconhecimento e identificação dos elementos (classes temáticas) nas mesmas.

Após a seleção das imagens digitais e para a análise multitemporal da dinâmica da cobertura e uso da terra na área de estudo foram adotadas técnicas de processamento digital de imagens, com o uso de imagens orbitais dos satélites Landsat/Thematic Mapper 5 (TM5) dos anos de

1984 e 2008 (composição colorida das bandas 3, 4 e 5) e Landsat 8 do ano de 2017 (composição colorida das bandas 4, 5, 6), órbita-ponto 223-061, com resolução de 30x30 metros, as quais foram adquiridas no site do United States Geological Survey (USGS) Science for a Changing World (2017).

Com base no processamento e interpretação das imagens de satélite, foram mapeados os tipos de uso e cobertura da terra na área de estudo, com a escala de mapeamento de 1:50.000.

Para esta etapa, foram armazenadas as informações em formato vetor e raster (Figura 5) para compor o banco de dados geográfico, as quais foram conduzidas no software TerraAmazon (software livre desenvolvido pela Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE) em parceria com o INPE para dar suporte aos projetos de monitoramento de floresta).



Figura 5 – Sistematização dos dados no software TerraAmazon. Fonte: Elaboração dos autores

#### Segmentação e Classificação das Imagens Digitais

Inicialmente, as imagens multiespectrais passaram por um pré-processamento, onde foi aplicado um realce, visando melhorar a qualidade das imagens e permitindo uma melhor discriminação dos objetos. Após o pré-processamento, foi realizado o processo de

Segmentação (Figura 6) em todas as imagens no software TerraAmazon plugin PDI, que tem como objetivo fragmentar as imagens em regiões homogêneas, sobre as quais foram então processadas as classificações. A segmentação consistiu na utilização do algoritmo de crescimento por regiões de pixels com similaridades entre eles.

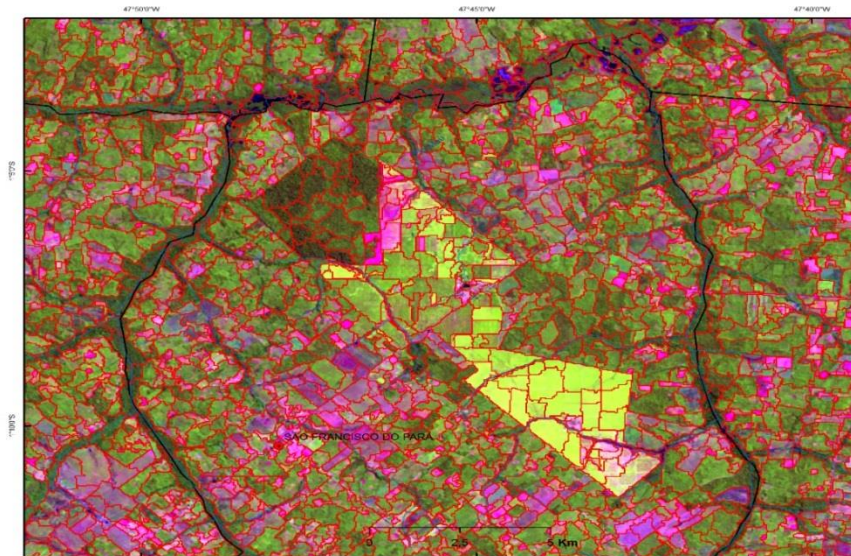


Figura 6 – Imagem Landsat/Thematic Mapper 5 (TM5) do ano de 1984 contendo o layer da segmentação. Fonte: Elaboração dos autores.

No processo de classificação, todos os pixels de uma imagem digital foram classificados para produzir os mapas temáticos (Crósta, 1992).

Neste artigo, foi adotado o procedimento de classificação supervisionada na qual, segundo Crósta (1992), o usuário deve ter certo conhecimento da área a ser classificada. Este procedimento foi realizado após a segmentação, a fim de aperfeiçoar o mapeamento final, e adotou a seleção de regiões amostrais na imagem que

serviram de base de referência para cada classe que foi criada.

Depois de realizada a escolha das amostras, foi adotado o classificador Battacharya, que classifica um conjunto de pixels gerando áreas mais contínuas (Correia et al., 2007). Este tipo de classificador mede a distância média entre as distribuições de probabilidade das classes espectrais para agrupar em regiões amostrais (Figura 7).

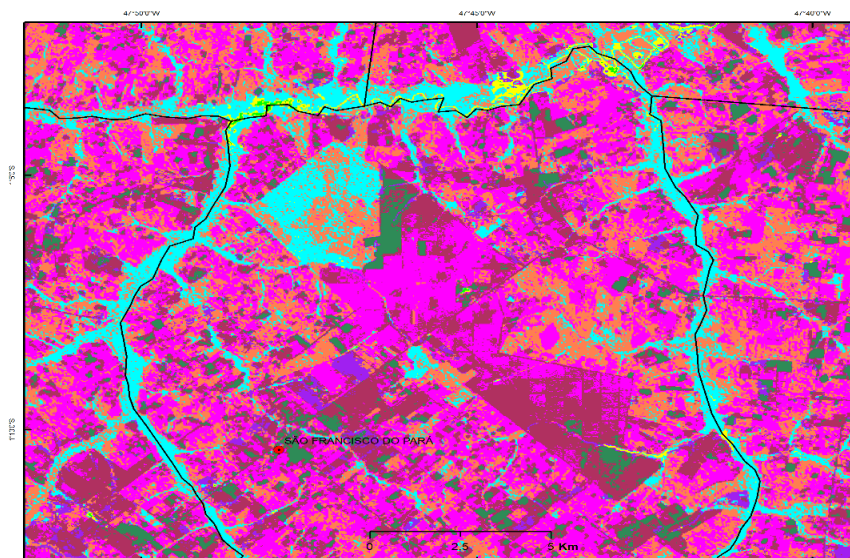


Figura 7 – Imagem classificada. Fonte: Elaboração dos autores

#### *Edição das Imagens*

A partir da classificação supervisionada das imagens, com a finalidade de geração e refinamento do mapa temático final, bem como de

correção dos erros gerados no contexto de uma determinada classe, foi necessária a realização da edição das imagens, tanto no layer matricial quanto no layer vetorial (Figura 8).

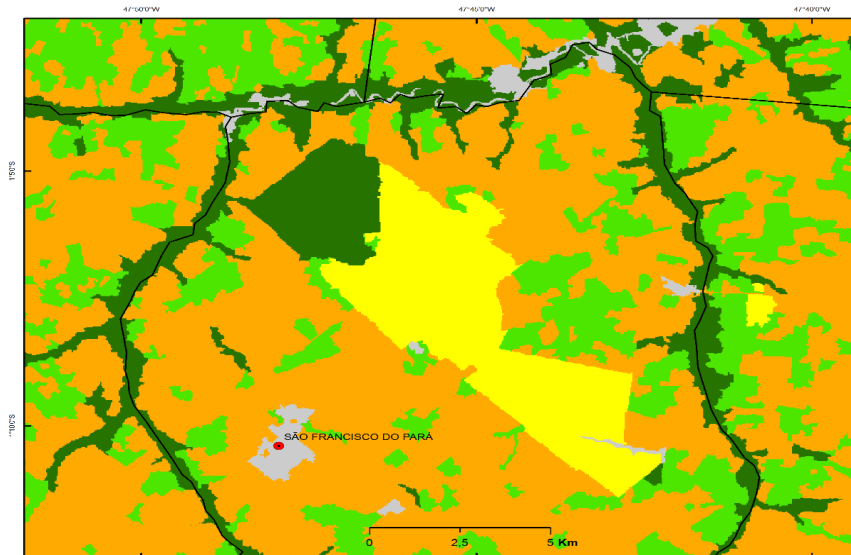


Figura 8 – Imagem editada. Fonte: Elaboração dos autores

### *Trabalho de Campo para reconhecimento de classes temáticas*

Foi realizado um trabalho de campo durante o mês de dezembro de 2017 onde foram percorridos aproximadamente 156 Km, partindo de Belém abrangendo parte dos municípios de Castanhal, Terra Alta, Curuçá (Figura 9), com duas finalidades: reconhecer o máximo de classes temáticas de uso e cobertura da terra presentes nas

imagens de satélite e adquirir coordenadas geográficas de referência para a geração do mapa de uso e cobertura da terra do ano de 2017. Foi possível observar feições referentes às classes temáticas que foram associadas aos demais mapas de uso e cobertura da terra dos anos pretéritos.

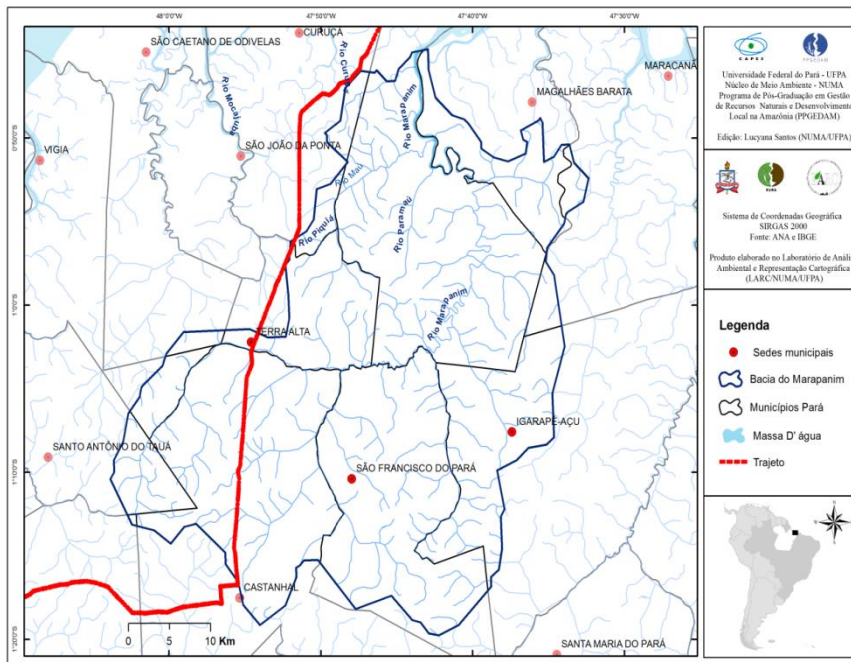


Figura 9 – Mapa com o trajeto de campo realizado em dezembro de 2017. Fonte: Elaboração dos autores.

Para descarregar os dados coletados, das representações espaciais do tipo ponto e segmento



de reta, georreferenciados com o Receptor GPS e executar a Navegação em Tempo Real foi utilizado Software *ArcGis10.3 for Desktop*.

Foram registradas fotografias geradas pela câmera do GPS que foram transferidas para o Google Earth (Figura 10) através do software livre QGIS 3.0 utilizando-se a função PHOTO2KMZ.



Figura 10 – Fotos georreferenciadas de algumas classes temáticas de uso da terra capturadas durante o trabalho de campo amostradas espacialmente no Google Earth Pro. Fonte: Elaboração dos autores

#### *Definição e Descrição das Classes de Uso da Terra*

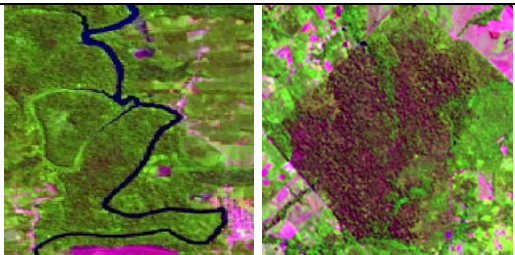
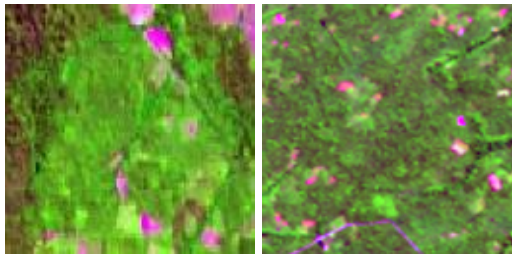
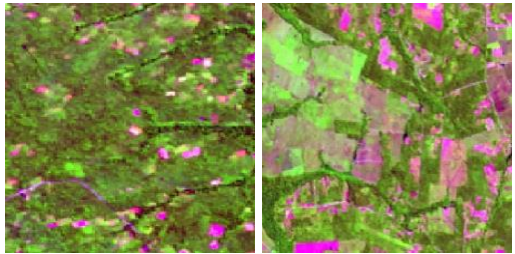

A legenda temática foi gerada a partir das imagens multiespectrais dos diferentes anos observados e levando sempre em consideração a escala de trabalho (1:50.000), dadas as limitações das imagens analisadas diante da fragmentação e heterogeneidade da paisagem da área de estudo e dos elementos de interpretação das imagens.

Para a descrição das classes de uso da terra, foram adotadas e adaptadas algumas classes utilizadas no projeto TerraClass (Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal). Este projeto representa um importante avanço no mapeamento de padrões temporais de uso e cobertura florestal, na medida em que qualifica as áreas desflorestadas que são mapeadas pelo PRODES/INPE. Entre os usos da terra, atividades que promovem o desmatamento são vistas como uma das maiores ameaças à proteção da sociobiodiversidade da região. Ao mesmo tempo, possibilitam monitorar a região e auxiliar na elaboração de diagnósticos com função de informar aos gestores e auxiliar no planejamento territorial da Amazônia (Almeida et al., 2014).

No projeto TerraClass foram definidas 12 classes temáticas de uso e cobertura (Área Não Observada, Agricultura Anual, Área Urbana,

Minação, Mosaico de Ocupação, Outros, Pasto com Solo Exposto, Pasto Limpo, Pasto Sujo, Regeneração com Pasto, Vegetação Secundária e Desmatamento do Ano), além das três classes temáticas do Projeto PRODES, quais sejam, Floresta, Não Floresta e Hidrografia. Nesta pesquisa foram adotadas quatro classes de uso e cobertura. As classes Floresta, Vegetação Secundária (VS), Agropecuária (que contempla a junção das quatro classes temáticas de pasto e do mosaico de ocupação) e Silvicultura. As demais classes foram agrupadas na classe temática Outros que abrange as seguintes classes: Área Não Observada (nuvens e sombra de nuvens), Área Urbana, Outros, Não Floresta e Hidrografia. O Quadro 1 apresenta uma descrição das classes temáticas de uso da terra utilizadas para interpretação dos dados (EMBRAPA-INPE, 2011), bem como, uma amostra de como estas se apresentavam na imagem Landsat.

Quadro 1 – Descrição das Classes de Uso e Cobertura da terra e sua aparência da Imagem Landsat

Descrição das Classes de uso e cobertura da terra		
<b>Floresta</b>	Vegetação arbórea pouco alterada ou sem alteração, com formação de dossel contínuo.	
<b>Vegetação Secundária (VS)</b>	Áreas que, após a supressão total da vegetação florestal, encontram-se em processo avançado de regeneração da vegetação arbustiva e/ou arbórea ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura ou agricultura permanente com uso de espécies nativas ou exóticas.	
<b>Agropecuária</b>	Áreas representadas por uma associação de diversas modalidades de uso da terra. Nesta classe, a agricultura familiar é realizada de forma conjugada ao subsistema de pastagens para criação tradicional de gado.	
<b>Silvicultura</b>	Área com predomínio de culturas de seringa e dendê.	

Fonte: EMBRAPA-INPE, 2011\

## Resultados e discussão

Esta seção aborda os resultados da análise e evolução da dinâmica de uso e cobertura da área de estudo. Será fornecida a combinação de sensoriamento remoto e SIG a fim de determinar e avaliar os padrões de uso da terra, espacialmente explícitos na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, ao longo de um período de 33 anos.

Destaca-se a importância do mapeamento da cobertura de uso da terra, como forma de identificação, espacialização da estrutura da paisagem, bem como, a análise temporal se mostra importante para o planejamento ambiental e territorial de bacias hidrográficas, uma vez que espacializa as principais atividades econômicas desenvolvidas em uma área determinada, como

também demonstra a tendência de comportamento das atividades ao longo do período de estudo.

Após a etapa de processamento das imagens foram obtidos os mapas classificados do uso da terra e cobertura vegetal para os anos de 1984, 2008 e 2017 conforme mostra a Figura 11 e foi realizada também a quantificação das áreas de cada classe temática consideradas nesta pesquisa (Tabela 1).

Conforme mostra a figura 11 a área total classificada é de 2.096 Km<sup>2</sup>, porém para esta análise as tabelas consideram apenas a área de 2001 Km<sup>2</sup>, pois a classe temática “Outros” que contempla o conjunto das classes: Área Não Observada (nuvens e sombra de nuvens), Área Urbana, Outros, Não Floresta e Hidrografia foi

retirada da análise para todos os anos analisados.

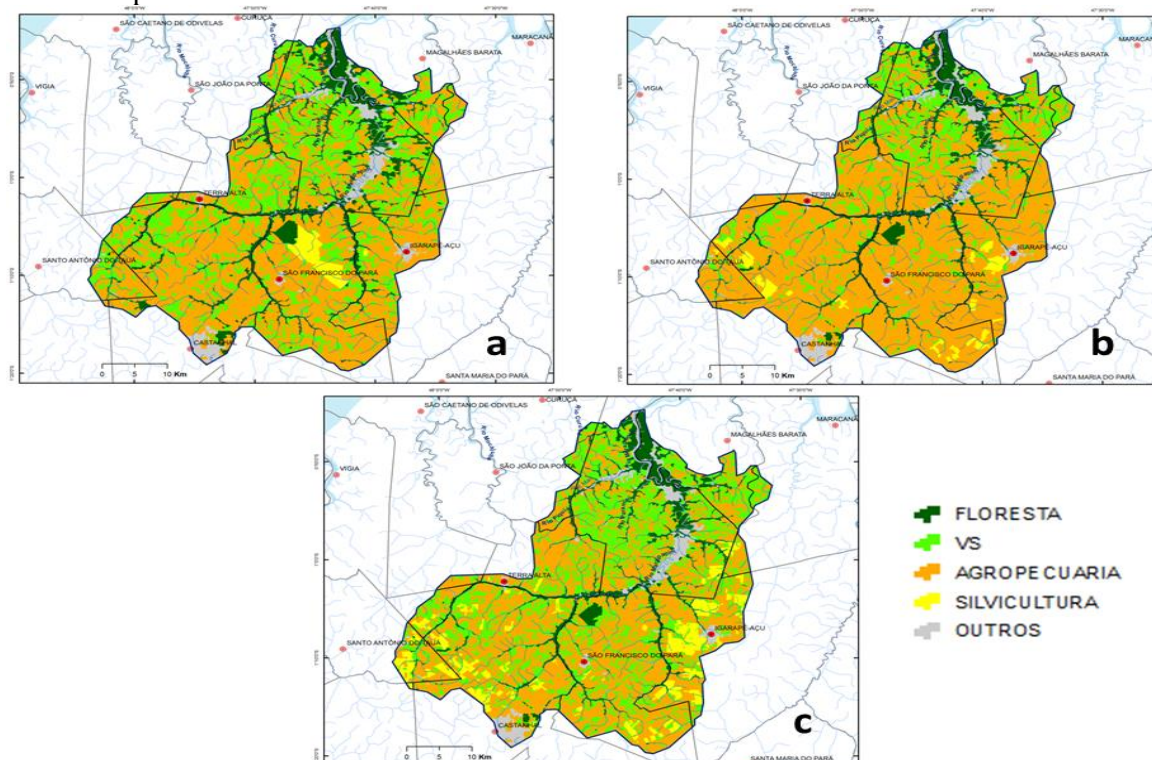


Figura 11 – Uso da terra e cobertura vegetal nos anos de 1984 (a), 2008 (b) e 2017 (c)

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 1 – Quantificação das áreas (Km<sup>2</sup>) mapeadas e percentual das classes de uso da terra e cobertura vegetal na área na bacia hidrográfica do Rio Marapanim

CLASSES	1984		2008		2017	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
FLORESTA	232,27	12	↓ 180,93	9	↓ 174,62	9
VS	604,79	30	↓ 361,60	18	↑ 639,55	32
AGROPECUÁRIA	1126,38	56	↑ 1415,28	71	↓ 1047,66	52
SILVICULTURA	37,19	2	↑ 42,82	2	↑ 138,80	7
<b>Total Geral</b>	<b>2000,63</b>	<b>100</b>	<b>2000,63</b>	<b>100</b>	<b>2000,63</b>	<b>100</b>

↑ Aumento com relação ao ano anterior  
 ↓ Diminuição com relação ao ano anterior

Através da análise da Tabela 1 se verifica que a classe Agropecuária é o padrão dominante e em 1984 ocupava 56% (1.126,38 Km<sup>2</sup>) da área estudada, em 2008 71% (1.415,28 Km<sup>2</sup>) e em 2017 52% (1.047,66 Km<sup>2</sup>). A predominância da classe agropecuária é reflexo do processo de ocupação e colonização desordenada da região do Nordeste Paraense, onde os grandes proprietários de terra direcionam investimentos à criação de gado e produção agrícola (Almeida et al., 2014).

Ao longo do período analisado ocorreu uma diminuição gradativa das áreas de Floresta, onde esta classe ocupava 12% da área em 1984,

passando para 9% em 2008 e 2017. Na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim a classe de Floresta se encontra em grande parte ao longo da drenagem, exercendo a proteção dos mananciais e com limitada reserva. Segundo Watrin et al. (1998) no estudo de análise multitemporal do uso da terra e suas interrelações com a cobertura vegetal em comunidades rurais do Nordeste Paraense relatam também a diminuição das áreas de floresta em 10 anos e que se deu em função das condições edáficas desfavoráveis para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e não pelo cuidado de

preservar ou proteger os mananciais por parte dos produtores da região.

As áreas de VS apresentaram uma redução de 12% no período de 24 anos (1984-2008) e voltaram a aumentar para 14% após nove anos (2008-2017), além de representar a segunda classe mais expressiva da área estudada, essas áreas são muito importantes para a conservação da biodiversidade e estão intimamente relacionadas aos processos de preparo das áreas para a agricultura e implantação de pastagens e atuam como um componente no repouso das terras cultiváveis. Adami et al. (2015) estudando a dinâmica do uso e cobertura da terra no estado do Pará entre os anos de 2008 a 2012, relatam um avanço das áreas de vegetação secundária provenientes das pastagens e 34% da área dos desflorestamentos ocorridos depois de 2008 foram resultantes da conversão dessa classe.

As áreas de Silvicultura nos anos de 1984 e 2008 pareciam estar estáveis, onde essa classe era equivalente a 2% da área analisada. Com relação ao ano de 2017 observou-se que o percentual desta classe que permanecia estabilizado aumentou para aproximadamente 7%. Uma das possibilidades de expansão desta classe está associada à expansão do cultivo do dendê no Nordeste Paraense (Nahum & Santos, 2016), onde existe uma grande extensão de áreas degradadas. Segundo Santos et al. (2016) em um estudo sobre a avaliação do desempenho econômico e do potencial de geração de renda da estrutura produtiva de pequena escala de dendezeiro híbrido interespecífico na mesorregião Metropolitana de Belém para alocar novos empreendimentos toma-se a decisão de implantar o material com menor custo de produção em áreas menos produtivas ou materiais com maior custo de produção em áreas mais produtivas. Os mesmos autores relatam que o cultivo de dendê realizado em municípios da mesorregião Nordeste Paraense, especialmente nas microrregiões Cametá e Tomé-açu, além de outras regiões do Estado do Pará. Em plantações mais antigas foram feitas nos municípios da mesorregião Metropolitana de Belém, como é o caso de Santa Izabel, Santa Bárbara, Santo Antônio do Tauá e Castanhal.

Como visto nos mapas de uso e cobertura da figura 11 b e c, o aumento da Classe Silvicultura se deve a presença de empresas produtoras de dendê, como nos municípios de Santo Antônio do Tauá onde atua a empresa Dempasa e em Igarapé-Açu atua a empresa Palmasa, ambas tem grandes áreas de dendê, onde trabalham em parceira com agricultores familiares. O avanço da classe de Silvicultura pode ser notado pelos dados quantitativos (Tabelas 1 e 2) e também no mapa de uso e cobertura do solo (Figura 11, letras b e c). Na

Tabela 2 nota-se uma progressão crescente desta classe presente em seis dos doze municípios presentes na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim entre os anos analisados, estes são: Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará, Santo Antônio do Tauá e Vigia. Nahum & Santos (2015) discutem sobre a expansão da dendeicultura na dinâmica socioespacial do Nordeste Paraense associada ao conjunto de ações políticas estatais e empresariais que concederam a formação de territórios da palma.

Conforme o mapa de uso da terra do ano de 1984 (Figura 11 a) o município de São Francisco do Pará apresentava uma grande área de Silvicultura (seringueira) que no ano de observação de 2008 passou a ser Agropecuária e VS, isto se deu devido à criação do Projeto de Assentamento (PA) Luiz Lopes Sobrinho no ano de 1998 (Figura 12). Segundo Sousa (2002) este assentamento era uma formação da empresa Paracrevea Borracha Vegetal S/A composta por três fazendas que foram desapropriadas pelo INCRA em 1997 e 1998. Este mesmo autor destaca que a área do seringal não deixou de existir no período por ele analisado que seria de 1984 a 2000, esta área apenas passa pelo processo de recomposição da vegetação secundária, gerado pela falta de manutenção do plantio.

Com base na quantificação das áreas de cada classe temática foram geradas as Tabela 3 e a Figura 12, que apresentam os resultados da tabulação cruzada entre os mapas temáticos apresentados na Figura 10, a fim de demonstrar a evolução temporal dos padrões de transição entre os usos da terra nos três períodos considerados nesta pesquisa. A dinâmica das classes de uso da terra e cobertura vegetal nos períodos analisados teve por base a análise de matrizes de transição entre as classes envolvidas, cujos valores correspondem ao percentual em área (Km<sup>2</sup>) de uma classe que foi convertida em outra entre os anos considerado.

Observando os valores encontrados na Tabela 3 nota-se que a classe Agropecuária se destaca e aumentou significativamente no primeiro período de análise (1984-2008), recebendo 463,46 Km<sup>2</sup> das classes de Floresta (42,57 Km<sup>2</sup>), VS (387,55 Km<sup>2</sup>) e Silvicultura (33,34 Km<sup>2</sup>). No período de 2008 a 2017 a classe Agropecuária apesar de um decréscimo 367,62 Km<sup>2</sup> com relação ao período de 1984-2008, ainda continua sendo a classe de maior abrangência, recebendo 94,77 Km<sup>2</sup> das classes Floresta (2,16 Km<sup>2</sup>), VS (86,28 Km<sup>2</sup>) e Silvicultura (6,33 Km<sup>2</sup>). Os maiores valores recebidos estão vindo da classe VS o que confirma o ciclo de uso e ocupação da terra na área da bacia,

uma vez que essas estão intimamente relacionadas ao preparo das áreas para agricultura e/ou implantação de pastagem, funcionando como um

ativo no pousio agrícola (Watrin et al., 1998; Ferreira et al, 2017).

Tabela 2 – Evolução e quantificação das áreas (Km<sup>2</sup>) mapeadas nos municípios para as classes de uso da terra e cobertura vegetal na área na bacia hidrográfica do Rio Marapanim

MUNICÍPIOS	1984				2008				2017			
	FLO	VS	AGR	SIL	FLO	VS	AGR	SIL	FLO	VS	AGR	SIL
CASTANHAL	34	112	290		22	55	343	16	21	120	259	36
CURUÇÁ	4	22	19		3	22	21		3	20	22	
IGARAPÉ-AÇU	11	55	154	1	8	18	183	14	7	49	109	57
MAGALHÃES BARATA	32	39	42		30	44	39		29	48	37	
MARACANÃ	1	12	22		1	11	24		1	15	17	2
MARAPANIM	94	192	190		76	138	263		73	202	194	8
SÃO CAETANO DE ODIVELAS	1	5	6		0	0	11		0	2	9	
SÃO FRANCISCO DO PARÁ	37	73	267	36	29	28	345	10	29	111	260	13
SANTA ISABEL DO PARÁ	0	0	1		0	1			0	0	1	
SANTO ANTÔNIO DO TAUÁ	3	21	36		2	6	51	1	2	12	28	17
TERRA ALTA	12	56	80		9	31	108		9	44	94	2
VIGIA	3	17	19		2	8	27	3	2	15	19	4
<b>Total Geral</b>	<b>232,27</b>	<b>604,79</b>	<b>1126,38</b>	<b>37,19</b>	<b>180,93</b>	<b>361,60</b>	<b>1415,28</b>	<b>42,82</b>	<b>174,62</b>	<b>639,55</b>	<b>1047,66</b>	<b>138,80</b>

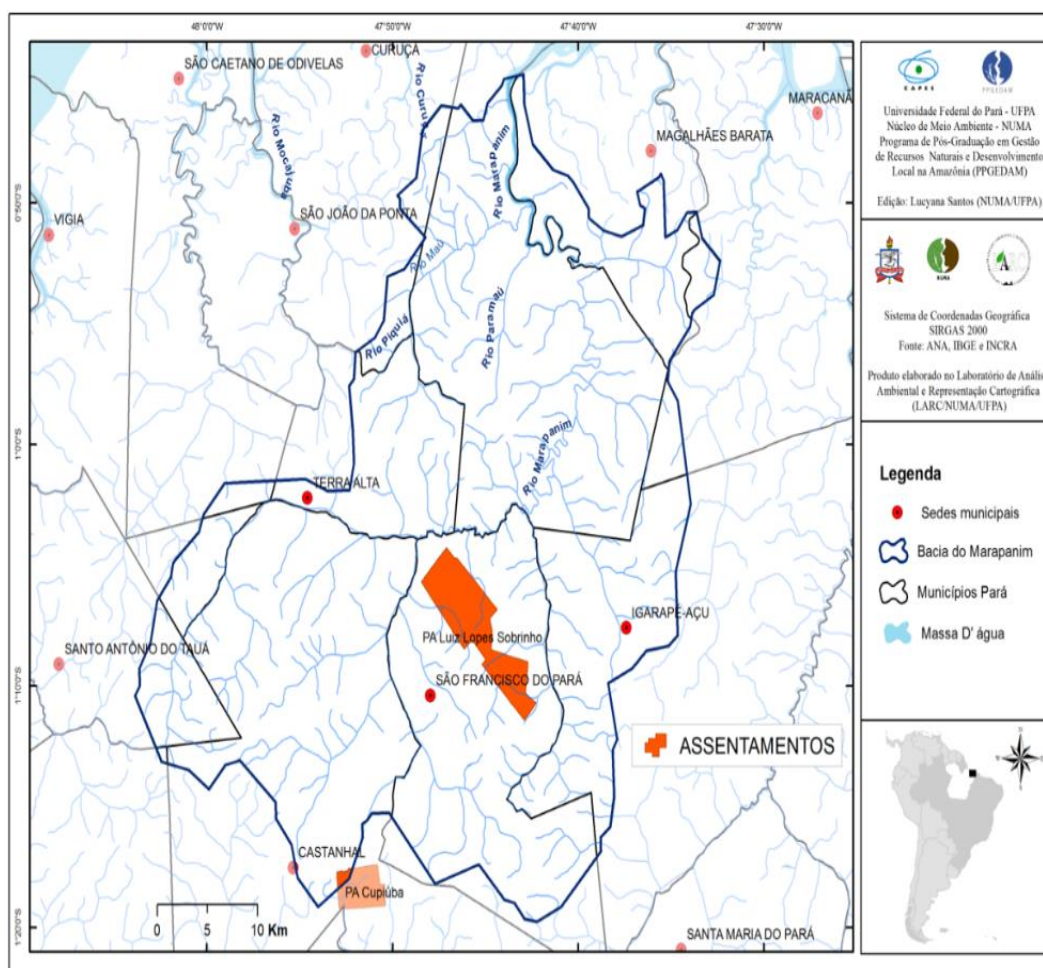


Figura 12 – Mapa de localização do PA Luiz Lopes Sobrinho em São Francisco do Pará na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim. Fonte: ANA (2006), IBGE (2016) e INCRA (2018)

Tabela 3 – Matrizes de transição entre os mapas dos anos de 1984-2008 e 2008-2017 na área na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, com unidade de área em Km<sup>2</sup> e percentual

		2008								Total Geral
		FLORESTA	%	VS	%	AGROPECUÁRIA	%	SILVICULTURA	%	
1984	FLORESTA	180,93	9,04	8,57	0,43	42,57	2,13	0,21	0,01	232,27
	VS	0,00	0,00	209,21	10,46	387,55	19,37	8,02	0,40	604,79
	AGROPECUÁRIA	0,00	0,00	140,63	7,03	951,82	47,58	33,93	1,70	1126,38
	SILVICULTURA	0,00	0,00	3,20	0,16	33,34	1,67	0,66	0,03	37,19
Total Geral		↓180,93		↓361,60		↑1415,28		↑42,82		2000,63

		2017								Total Geral
		FLORESTA	%	VS	%	AGROPECUÁRIA	%	SILVICULTURA	%	
2008	FLORESTA	174,62	8,73	4,03	0,20	2,16	0,11	0,11	0,01	180,93
	VS	0,00	0,00	271,36	13,56	86,28	4,31	3,96	0,20	361,60
	AGROPECUÁRIA	0,00	0,00	360,77	18,03	952,88	47,63	101,63	5,08	1415,28
	SILVICULTURA	0,00	0,00	3,39	0,17	6,33	0,32	33,10	1,65	42,82
Total Geral		↓174,62		↑639,55		↑1047,66		↑138,80		2000,63

↑ Aumento com relação ao ano anterior  
 ↓ Diminuição com relação ao ano anterior

A dinâmica de transição da classe Silvicultura no primeiro período de análise (1984-2008) demonstra que apesar desta ceder 3,20 Km<sup>2</sup> para VS e 33,34 Km<sup>2</sup> para Agropecuária, esta recebeu das seguintes classes: Floresta 0,21 Km<sup>2</sup>, VS 8,02 Km<sup>2</sup> e Agropecuária 33,93 Km<sup>2</sup>. Almeida e Vieira (2008) em um estudo sobre a dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no município de São Francisco do Pará também relataram uma diminuição nas áreas de culturas agrícolas no período de 1995-1999, que poderiam estar ligadas às áreas de seringueira atacadas por pragas, morte das árvores ou a colheita. No segundo período de análise (2008-2017) a classe Silvicultura obteve uma expansão de 5% na região da bacia. Este acréscimo é proveniente da conversão da classe Agropecuária (5,08% ou 101,63 Km<sup>2</sup>) em Silvicultura. A expansão da classe Silvicultura está em função da reestruturação das atividades dos agricultores familiares, de ações políticas que

viabilizaram a introdução do dendê, onde este tipo de cultura ameaça a segurança alimentar e pode levar a contaminação dos corpos d'água (Nahum & Malcher, 2012; Nahum & Santos, 2015; Nahum & Santos, 2016; Silva & Mota, 2018).

Quanto à classe Floresta esta perdeu em 24 anos área para as classes de Agropecuária (42,57 Km<sup>2</sup>), VS (8,57 Km<sup>2</sup>) e Silvicultura (0,21 Km<sup>2</sup>). Em nove anos a classe Floresta continua perdendo, mas em menor quantidade para as classes Agropecuária (2,16 Km<sup>2</sup>), VS (4,03 Km<sup>2</sup>) e Silvicultura (0,11 Km<sup>2</sup>). Estes resultados mostram que ainda ocorre desmatamento nos poucos remanescentes presentes na área da bacia e que estas áreas estão sendo convertidas às atividades de agricultura e pecuária.

A Figura 13 apresenta as transições ocorridas entre as classes de uso da terra nos dois períodos analisados conforme demonstram os dados das Tabelas 2 e 3.

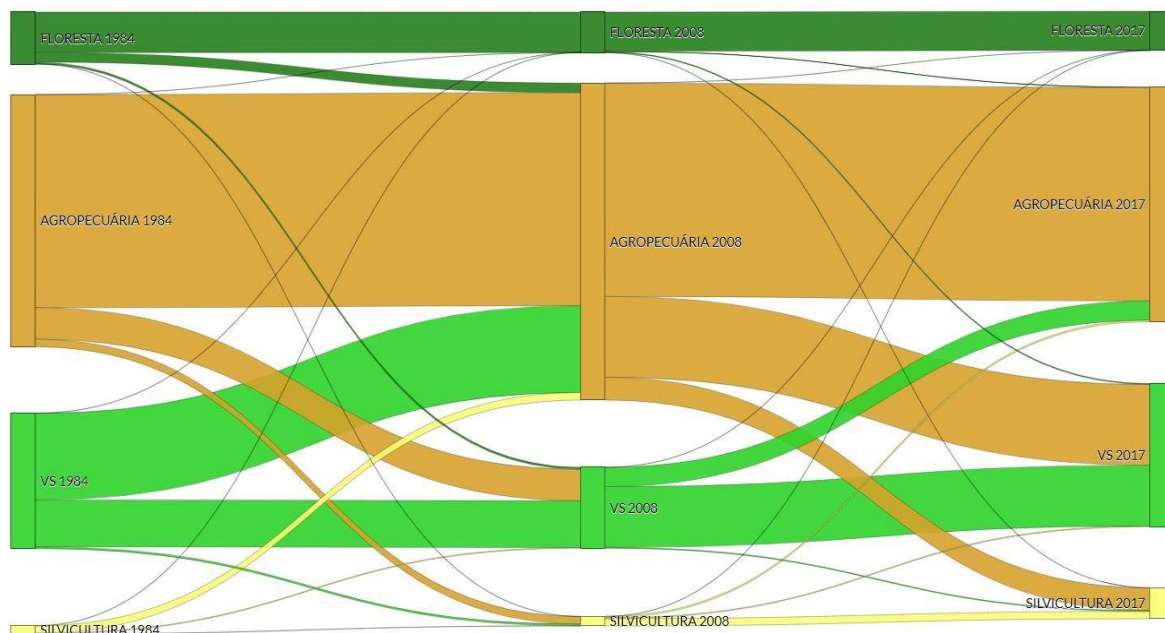


Figura 13 – Diagrama de Sankey com a transição dos usos da terra no período de 1984, 2008 e 2017 na área na bacia hidrográfica do Rio Marapanim

Fonte: Elaboração dos autores

## Conclusões

Este estudo teve por objetivo identificar e compreender os processos que causam o desmatamento na área da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, decorrentes da dinâmica de uso e cobertura da terra.

O Nordeste do Pará, região de mais antiga colonização no estado, vive o recrudescimento do seu papel de fronteira, agora como agroenergética, através da expansão da atividade de dendeicultura, o que vem alterando a dinâmica de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Marapanim.

A pesquisa considerou o período de 1984 a 2017 em que foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto, geoprocessamento associadas ao levantamento de campo realizado em dezembro de 2017.

Quanto aos dados resultantes das análises dos mapas de uso da terra gerados através das imagens de satélite, para os períodos de 1984 – 2008, 2008 - 2017, estes apontaram uma intensa dinâmica de mudanças na paisagem, onde as classes Agropecuária e VS compõe a maior parte da paisagem modificada da área da bacia.

A classe Floresta, formada por remanescentes de floresta nativa, sofre perda gradativa e é encontrada em grande parte ao longo da rede de drenagem que compõe a bacia, exercendo a proteção destes mananciais. Essa diminuição se dá em função da conversão dessa classe para a agropecuária e silvicultura, e a presença de pequenas áreas recobertas por ela

indicam forte fragmentação florestal.

Ressalta-se a importância de ações que garantam a conservação desses remanescentes, dada à intensidade com que as mudanças vêm ocorrendo no interior da bacia, e seus impactos sobre os recursos hídricos, em especial.

Os dados apontam o crescimento das áreas de Silvicultura, em decorrência da expansão do cultivo do dendê, com perspectivas de crescimento dada a existência de grande extensão de áreas degradadas com potencial para seu cultivo, segundo resultados do ZAE Dendê. Em seis dos doze municípios presentes na área da bacia já existe a presença deste tipo de cultivo, a saber: Castanhal, Igarapé-Açu, Marapanim, São Francisco do Pará, Santo Antônio do Tauá e Vigia.

Quanto à Agropecuária, destaca-se o aumento significativo dessa classe no primeiro período de análise (1984-2008), o que se repete no posterior (2008-2017). A classe que mais cedeu área para ela foi a VS, confirmando o ciclo de uso e ocupação da terra na área da bacia, implantação de pastagem, onde esta funciona como um ativo no pousio agrícola.

A expansão da Silvicultura foi de 5% na região da bacia, proveniente da conversão da classe Agropecuária. Nota-se essa expansão em função da reestruturação das atividades dos agricultores familiares, de ações políticas que viabilizaram a introdução do dendê.

## Agradecimentos

Este artigo é um produto da dissertação de pesquisa Modelagem de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Marapanim no Nordeste do estado do Pará do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e

## Referências

ABRAPALMA. Associação Brasileira de Óleo de Palma. 2018. Disponível em: <http://www.abrapalma.org/pt/a-palma-no-brasil-e-no-mundo/>. Acesso em 20/12/2019.

Adami, M., Gomes, A. R., Coutinho, A. C., Esquerdo, J. C. D. M., Venturieri, A. 2015. Dinâmica do uso e cobertura da terra no estado do Pará entre os anos de 2008 a 2012. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa/PB. Anais... João Pessoa/PB, 2015, v. 17, p. 7028-7035. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1028690/1/SBSRADami.pdf>. Acesso em 19 dez. 2019

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. 2016. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. In: Acta Amazonica, vol 46, n. 3, p. 291-302.

Almeida, C., Silva, M., Lobo, F. de L., Farias, T. P., Gomes, A., Costa, L. C., Escada, M. I. S. 2014. TerraClass: Classificação dos padrões de uso e cobertura da terra da Amazônia Legal. In: Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra. (Orgs) Emilio, T, Luizão F. Manaus: Editora INPA.

ANA. 2015. Base hidrográfica otocodificada. Brasília. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/BaseHidrograficaOttocodificada.pdf>. Acesso 03 set. 2017.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift v. 22, n. 6. p. 711 – 728. Disponível: <https://DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507> Acesso 12 jun. 2018.

Coelho, A. S., Toledo, P. M., Vieira, I. C. G., do Canto, O., Adami, M, Gomes, A. R., Narvaes, I. S. 2018. Impactos das mudanças de uso da terra nas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no nordeste do estado do Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, vol. 13, n. 1, p. 107-120.

Cordeiro, I. M. C. C., Arbage, M. J. C, Schwartz, G. 2017. Nordeste do Pará: configuração atual e

Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM). Agradecemos ao Instituto Nacional de Pesquisas/Centro Regional da Amazônia (INPE/CRA), pelo apoio técnico e científico.

aspectos identitários. In: Cordeiro, I. M. C. C., Rangel-Vasconcelos, L. G. T., Schwartz, G., Oliveira, F. de A. (Org.). Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. EDUFRA, Belém 19-58.

Correia, V. R. de M, Monteiro, A. M. V., Carvalho, M. S., Werneck, G. L. 2007. Uma aplicação do sensoriamento remoto para investigação de endemias urbanas. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 5.

Crósta, A. P. 1992, Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas: IG/UNICAMP.

Coutinho, A. C., Almeida, C., Venturieri, A., Esquerdo, J. C. D. M., Silva, M. 2013. Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal. TerraClass 2008, INPE/EMBRAPA, Brasília.

EMBRAPA. 2016. Mapas de Solos e de Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas do Pará. Disponível:

<https://www.embrapa.br/documents/135430/0/Mapas+de+solos+e+aptid%C3%A3o+agr%C3%ADcola+das+%C3%A1reas+alteradas+do+Par%C3%A1/80b10a04-8d10-419a-918d-8b22773ee44a>. Acesso em: 08 mai. 2018.

EMBRAPA/INPE. 2011. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia: sumário executivo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Brasília, DF. Disponível em: [http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/sumario\\_executivo\\_terraclass\\_2008.pdf](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/sumario_executivo_terraclass_2008.pdf). Acesso em: 23 jul. 2017.

Ferreira, S. C. G., Lima, A. M. M. de, Correa, J. A. M. 2017. Zoneamento da bacia hidrográfica do rio Moju (Pará): usos da água e sua relação com as formas de uso e cobertura do solo. Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 12, n. 4, p. 680-693. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2017000400680&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2017000400680&lng=en&nrm=iso). Acesso em 26 mar. 2020. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2069>.

Gomes, D. L., Silva, F. C. da. 2016. Expansão territorial do dendê e resistência camponesa no nordeste paraense. Caminhos de Geografia. v. 17, n. 57. p. 191–200.



- IBGE. 2016. *Malha Municipal Digital*. [ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2016](ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2016). Acesso 01 de nov. 2017.
- IBGE. SIDRA: 2018. *Produção Agrícola Municipal*. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso 30 de mar. 2020.
- IBGE 2017. *Regiões Geográficas*. Disponível em [https://www.ibge.gov.br/apps/regioes\\_geograficas/](https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/). Acesso 16 jul. 2018.
- INPE-PRODES Digital. 2017. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>. Acesso 20 nov. 2017.
- Instituto Peabiru. 2016. *Relatório de Monitoramento dos Indicadores de Sustentabilidade: Agricultura Familiar e Produção de Palma. Programa Dendê Ano V Projeto Indicadores Socioambientais*. Belém.
- Lisboa, P. L. B. 1989. *Rondônia: colonização e floresta*. CNPq, AED (Programa Polonoroeste: relatório de Pesquisa, 9). Brasília.
- MONTEIRO, A. 1997. *O espaço amazônico: sociedade e meio ambiente*. Belém: UFPA/NPI.
- Morais, R. P., Carvalho, T. M. de. 2013. *Cobertura da Terra e Parâmetros da Paisagem no município de Caracarái-Roraima*. *Revista Geográfica Acadêmica*. v. 7, n. 1 (xii. 2013).
- Morton, D. C., Defries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., Espirito-Santo, F.D.B., Freitas, R., Morissette, J. 2006. *Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon*. *PNAS*. 103. 39. p. 14637-14641. <https://doi.org/10.1073/pnas.0606377103> Acesso 23 ago. 2017.
- Nahum, J. S., Santos, C. B. dos. 2016. *A dendeicultura na Amazônia paraense*. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 20, n. 2, p. 281-294. ISSN 2179-0892. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/geosp/issue/view/6465>. Acesso 20 jul.2018 doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2014.84539>.
- Nahum, J. S., Santos, C. B. dos. 2015. *Uma interpretação geográfica da dendeicultura na Amazônia paraense*. *Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia - ANPEGE*. p.309-331, V.11, n.15, jan-jun. Disponível em: <http://anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/viewFile/423/pdf>. Acesso em: 07 nov. 2018.
- Nahum, J. S., Malcher, A. T. C. 2012. *Dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu (PA)*. *Revista Confins*. Disponível em: [doi.org/10.4000/confins.7947](https://doi.org/10.4000/confins.7947). Acesso em: 07 nov. 2018.
- Pfafstetter, O. 1989. *Classificação de bacias hidrográficas-metodologia de codificação*. Rio de Janeiro, RJ: DNOS.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD), Fundação João Pinheiro & Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2013. *Atlas do desenvolvimento humano: Pará*. Disponível em: [http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_u\\_f/para#idh](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_u_f/para#idh). Acesso em: 20 dez. 2017.
- Rayol, B. P., Silva, M. F. F., Alvino, F. O. 2006. *Dinâmica da diversidade florística da regeneração natural de Florestas Secundárias, no município de Bragança, Pará, Brasil*. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 1(2): 9-27.
- Rebello, F. K., Homma, A. K. 2017. *O História da colonização do Nordeste paraense: uma reflexão para o futuro da Amazônia*. Belém, PA: EDUFRA. 153 p.
- Romão, E. P., Pontes, A. N., Gutjahr, A. L. N., Torres, W. R. G. 2017. *Análise temporal do uso e da cobertura do solo nas áreas desflorestadas do município de Altamira, Pará*. *Enciclopédia Biosfera*, v. 14, n. 25, p. 113-126. doi: 10.18677/EnciBio\_2017A11.
- Santos, L.B., Coelho, A. S., Barros, M. N. R., Fenzl, N., Canto, O., Vieira, I. C. G., Adami, M., Gomes, A. R. 2019. *Usos da terra e conservação da biodiversidade na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, Pará*. *Revista Brasileira de Geografia Física. Ciências Naturais*, vol. 12, n. 3, p. 929-943. Disponível: [http:// dx.doi. org/ 10.26848/rbgf.v12.3.p929-943](http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v12.3.p929-943). Acesso: 20 dez. 2019.
- Santos, J., Homma, A., Gomes-Junior, R., Sena, A. L., Menezes, A. J. E. A de., Monteiro, K. F., Pereira, R. 2016. *Avaliação do Desempenho Econômico e do Potencial de Geração de Renda da Estrutura Produtiva de Pequena Escala de Dendezeiro Híbrido Interespecífico na Mesorregião Metropolitana de Belém, Pará*. (*Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental*, 102, ISSN 1676-5264. 1.
- Silva, F. C., Silva, L.de J. M. 2008. *História regional e participação social nas mesorregiões paraenses*. *Paper NAEA*, 226.
- Silva, G. O., da, Mota, D. M. da. 2018. *Percepção dos moradores do Nordeste paraense quanto ao cultivo de dendê*. *EMBRAPA Amazônia Oriental. Anais PIBIC 2018*. p. 37-41.

- Sousa, R. P. 2002. Granja Marathon: a luta pela terra e a organização do trabalho em um assentamento rural no Nordeste do Pará. 130p. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) Universidade Federal do Pará e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental, Belém. Disponível em: [http://ppgaa.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2002/ROMIER\\_DA\\_PAIXAO\\_SOUZA.pdf](http://ppgaa.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2002/ROMIER_DA_PAIXAO_SOUZA.pdf) Acesso 20 jan. 2018.
- Vieira, I. C. G., Almeida, A. S. D., Davidson, E. A., Stone, T. A., Carvalho, C. J. R. D., Guerrero, J. B. 2003. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment* 87: 470–481.
- Villela, A. A. 2014. Expansão da palma na Amazônia Oriental para fins energéticos / Alberto Arruda Villela. - Rio de Janeiro: UFRJ/ COPPE, 2014. XXVIII, 360 p.: il., 29,7 cm. Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas Tese (doutorado) - UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético.
- Wagner, D. K. 1995. Mesos e microregiões formam um grande Estado. *Nosso Pará*. Belém, PA. v. 2. p. 12-13.
- Watrin, O. S., Venturieri, A., Sampaio, S. M. N. 1998. Análise multitemporal do uso da terra e suas interrelações com a cobertura vegetal em comunidades rurais do Nordeste Paraense. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p. 1573-1583.
- Wiesenmüller, J. D. 2004. Sistemas de Produção e Manejos dos Recursos Naturais da Agricultura Familiar no Nordeste Paraense, o Caso Capitão Poço. UFPA, Cadernos do NAEA. Belém.