



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA**

**ROSANA SUMIYA GURGEL**

**ANÁLISE AMBIENTAL DO USO E COBERTURA DA TERRA E DA FRAGMENTAÇÃO  
DA PAISAGEM PARA O MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA.**

**BELÉM  
2017**

**ROSANA SUMIYA GURGEL**

**ANÁLISE AMBIENTAL DO USO E COBERTURA DA TERRA E DA FRAGMENTAÇÃO  
DA PAISAGEM PARA O MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia.

Área de concentração: Física, Manejo e conservação do solo e da água.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Farias

**BELÉM  
2017**

---

Gurgel, Rosana Sumiya

Análise ambiental do uso e cobertura da terra e da fragmentação da paisagem para o município de Tailândia – PA. / Rosana Sumiya Gurgel. - Belém, 2017.

80 f.

Tese (Doutorado em Agronomia / Área de Concentração Física, manejo e conservação do solo e da água.) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

Orientadora: Paulo Roberto Silva Farias.

1. Tailândia – PA – uso e cobertura da terra 2. Paisagem florestal - fragmentação 3. APPs - uso indevido 3. Geotecnologias 4. Nordeste Paraense - cadastro ambiental I. Farias, Paulo Roberto Silva, (orient.) II. Título

---

CDD – 333.7214

**ROSANA SUMIYA GURGEL**

**ANÁLISE AMBIENTAL DO USO E COBERTURA DA TERRA E DA FRAGMENTAÇÃO  
DA PAISAGEM PARA O MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso  
de Doutorado em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Farias

**Aprovado em: 10 de fevereiro de 2017**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Farias – Orientador  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

---

Dra. Sandra Maria Neiva Sampaio – 1º Examinador  
Embrapa Amazônia Oriental

---

Profº Dr. Javier Dias Pita – 2º Examinador  
Instituto Federal do Pará – IFPA

---

Dr. Marcos Adami – 3º Examinador  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

---

Profº Dr. José Nilton da Silva – 4º Examinador  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à minha família por todo apoio, especialmente ao meu marido Fábio de Lima Gurgel pelo incentivo, às minhas filhas Beatriz e Sofia que em momentos de dificuldade me inspiraram e não deixaram eu desistir.

Agradeço ao Profº Paulo Roberto Silva Farias que me aceitou como orientanda e que me deu todo apoio para que pudesse concluir o doutorado, principalmente pela sua orientação.

Agradeço também o apoio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPAGRO, que sempre acreditou nos seus discentes, dando sempre todo o suporte necessário para a conclusão dos trabalhos, principalmente à Samanta Gomes que sempre foi disposta e solícita em ajudar.

Agradeço ao meu amigo Sandro Nunes de Oliveira que me ajudou no processo da elaboração da tese.

Agradeço à banca presente no dia da defesa, à Dra. Sandra Sampaio, ao Dr. Marcos Adami, ao Profº Dr. Javier Pita e ao Profº Dr. José Nilton da Silva.

Agradeço a todos os colegas da pós que direta e indiretamente contribuíram para a conclusão desta etapa.

Agradeço a FAPESPA pela concessão da bolsa de doutorado, que permitiu gerar todos os dados que compõem esta tese.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Arco do Desmatamento da Amazônia Legal 2000-2005 .....	15
Figura 2: Localização da área de estudo .....	19
Figura 3: Regiões de Integração (RI) do estado do Pará .....	21
Figura 4: Taxa de desmatamento anual na Amazônia Legal entre 1994 a 2016 .....	40
Figura 5: Uso e cobertura da terra para o ano de 2012. ....	46
Figura 6: Mapa de uso indevido em APPs.....	51
Figura 7: Áreas de Preservação Permanente: (A) cenário atual; (B) cenário simulado .....	70

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Dados populacional para o baixo Tocantins .....	20
Tabela 2: Uso e cobertura da terra do município de Tailândia -PA para o ano de 2012.....	47
Tabela 3: Uso indevido em APPs para o ano de 2012.....	49
Tabela 4: Parâmetros métricos do FRAGSTAT .....	71
Tabela 5: Número de fragmentos separados por classes de tamanho.....	72

## RESUMO

Neste estudo foi feito uma análise ambiental do uso e cobertura da terra, do uso indevido em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e da fragmentação da paisagem florestal para o município de Tailândia – PA. O estudo foi baseado na análise de imagem de satélite RapidEye para o ano de 2012 com resolução espacial de 5 m, por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Os dados gerados possuem informações geoespaciais que permitem avaliar a distribuição geográfica dos diversos tipos de uso, identificar os fragmentos da vegetação natural da região, quem são os infratores que estão invadindo as APPs e onde estão concentradas as principais atividades antrópicas. Com este conjunto de dados é possível planejar a gestão ambiental do município, incluindo a participação de toda a comunidade na solução dos problemas ambientais encontrados no município.

**Palavras-chave:** Uso e cobertura da terra. Fragmentação da paisagem florestal. Uso indevido em APPs. Geotecnologias. Nordeste Paraense. Cadastro ambiental.

## **ABSTRACT**

In this study, an environmental analysis of land use and land cover was performed, the misuse of Permanent Preservation Areas (PPAs) and the fragmentation of the forest landscape for the municipality of Thailand - PA. The study was based on the RapidEye satellite image analysis for the year 2012 with spatial resolution of 5 m, using Geographic Information Systems (GIS). The data generated have geospatial information to evaluate the geographic distribution of the various types of use, identify the fragments of the natural vegetation of the region, who are the offenders, who are invading the PPAs and where the main anthropic activities are concentrated. With this set of data it is possible to plan the environmental management of the municipality, including the participation of the entire community in solving the environmental problems found in the municipality.

**Palavras-chave:** Land cover and land use. Fragmentation of forest landscape. Misuse in APPs. Geotacnology. Environmental register. Paraense northeast.

## SUMÁRIO

<b>1.CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.Aspectos fisiográficos do município de Tailândia .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Aspectos históricos e socioeconômicos .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>3.MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA E IDENTIFICAÇÃO DE USO INDEVIDO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM TAILÂNDIA - PARÁ</b>	<b>35</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>35</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2. Materiais e métodos .....</b>	<b>40</b>
3.2.1 Imagem RapidEye.....	40
3.2.2 Imagem Spot .....	41
3.2.3 Extração dos dados vetoriais da imagem de satélite .....	42
3.2.4 Identificação e mapeamento das APPs .....	44
<b>3.3. Resultados e discussão .....</b>	<b>45</b>
3.3.1 Extração dos dados vetoriais da imagem de satélite .....	45
3.3.2 Identificação e mapeamento das APPs .....	49
<b>3.4 Conclusão .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>

<b>4ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA –</b>	
<b>PA .....</b>	<b>60</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>60</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1 Introdução.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2 Material e métodos.....</b>	<b>63</b>
<b>4.3 Métricas de área .....</b>	<b>63</b>
4.3.1 Área da classe (CA) .....	64
4.3.2 Área ocupada pelo maior fragmento (LPA).....	64
4.3.3 Percentual da classe (%LAND) .....	64
4.3.4 Índice do maior fragmento (LPI) .....	64
<b>4.4 Métricas de densidade, tamanho e variabilidade .....</b>	<b>65</b>
4.4.1 Número de fragmentos (NP) .....	65
4.4.2 Tamanho médio dos fragmentos (MPS) .....	65
4.4.3 Desvio padrão do tamanho dos fragmentos (PSSD).....	65
4.4.4 Coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos (PSCoV).....	66
<b>4.5 Métricas de borda .....</b>	<b>66</b>
4.5.1 Borda total (TE) .....	66
4.5.2 Densidade de borda (ED).....	67
<b>4.6 Métricas de forma .....</b>	<b>67</b>
4.6.1 Índice de forma média (MSI).....	67
4.6.2 Índice de forma média ponderada pela área (AWMSI) .....	68

<b>4.7 Métricas do vizinho mais próximo .....</b>	<b>68</b>
4.7.1 Distância média do vizinho mais próximo (MNN) .....	68
4.7.2 Índice de proximidade média (MPI) .....	69
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>69</b>
<b>5.1 Fragmentação da vegetação utilizando as métricas de paisagem.....</b>	<b>69</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Amazônia possui a maior bacia hidrográfica do planeta, com cerca 6,5 milhões de km<sup>2</sup>, que escoia 1/5 do volume de água doce do mundo e é também o maior bioma brasileiro, abrangendo uma área de 4.196.943 km<sup>2</sup> que corresponde a quase metade do território nacional (49,29 %), e ocupa uma totalidade de cinco unidades da federação (Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima), grande parte de Rondônia (98,8 %), mais da metade de Mato Grosso (54%), além de parte de Maranhão (34 %) e Tocantins (9 %) (IBGE, 2004).

O histórico de ocupação da Amazônia vem desde a colonização pelos portugueses. Apesar do foco na região se concentrar na exploração do extrativismo vegetal, as atividades agrícolas também sempre foram incentivadas pela coroa portuguesa (FIGUEIREDO et al., 2008). No século XVI os portugueses introduziram a pecuária na região, trazendo animais mestiços das ilhas de Cabo Verde, inaugurando uma nova forma de lidar com a paisagem (LUI; MOLINA, 2009).

Em meados do século XVII, a agricultura passou a ser vista como um projeto civilizatório para a região amazônica, no qual foram oferecidos incentivos tributários, estímulo à migração e à concessão de terras públicas (FIGUEIREDO et al., 2008). A organização e a institucionalização da produção marcaram o início de um processo de transformação de uso do solo, no qual a floresta passou a ser substituída e simplificada por uma produção de espécies exóticas agrícolas com base na monocultura. Ao exemplo das atividades econômicas realizadas no litoral e centro-sul do Brasil, como o açúcar, a mineração e o café, a região amazônica precisava também de um atrativo econômico para se integrar à economia nacional (LUI; MOLINA, 2009).

Foi com a descoberta da exploração da borracha a partir de meados do século XIX, que incrementaram o fluxo de dinheiro e pessoas, principalmente para Manaus e Belém, dando perspectiva de progresso para toda a Amazônia. Com o término desse ciclo e o declínio econômico da região, os impactos sociais se mostraram mais significativos do que os impactos ambientais, pois teve como principal consequência a estagnação econômica e toda a mão-de obra dedicada à atividade da borracha desocupada (CARDOSO; MÜLLER, 2008; LUI; MOLINA, 2009).

Um novo marco da ocupação na Amazônia se deu na década de 50 com a implantação da rodovia Belém-Brasília, que representou uma nova direção de ocupação da região. A dinâmica de ocupação que até então se fazia ao longo dos rios, passa então a ser ao longo das rodovias (TAVARES, 2011). Com a abertura da rodovia na década de 60, houve um fluxo de pequenos posseiros individuais que derrubaram parte da floresta, seguido por grandes fazendeiros que assumiram essas áreas, tanto por compra como por expulsão violenta, ou uma mistura de ambas (FEARNSIDE, 2010).

Em 1970, os conflitos se agravaram com a abertura da Transamazônica, que trouxe assentamentos de pequenos agricultores patrocinados pelo governo em áreas de colonização a partir da implementação do Plano

de Desenvolvimento da Amazônia (PDA), que tinha por finalidade promover o aproveitamento da potencialidade agropecuária, agroindustrial e florestal em áreas prioritárias da Amazônia (FEARNSIDE, 2010), eram áreas estratégicas que deveriam irradiar o desenvolvimento para toda a região (TAVARES, 2011). Porém, o governo passou a priorizar as grandes fazendas via incentivos fiscais e financiamentos subvencionados em projetos aprovados pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia -Sudam (FEARNSIDE, 2005).

Na década de 80 são implementados grandes projetos de exploração de recursos minerais em grande escala, construções de rodovias e hidrelétricas, que se concentraram mais especificamente nos estados do Pará, o que configura uma nova fase de expansão da fronteira na região Amapá e Maranhão (BECKER, 1998; TAVARES, 2011).

Na década de 90, a soja entra no cenário amazônico, incentivada principalmente pelos governos estaduais por meio de programas para o desenvolvimento da região. Em maior ou menor grau todos os estados amazônicos introduziram o cultivo da soja (LIMA; MAY, 2005).

Na Amazônia não é comum a derrubada da floresta para o cultivo de soja, devido ao alto custo por hectare para a sua implantação, principalmente, quando comparado com a exploração da madeira, ou com a implantação de pastagens. Geralmente a soja é plantada em áreas de pastagem velha. Entretanto para substituir pastagens perdidas, os fazendeiros podem desmatar mais áreas de floresta dentro de suas propriedades, contribuindo desta forma no aumento do desmatamento da Amazônia (FEARNSIDE, 2006).

As causas do desmatamento mudam constantemente à medida que surgem novas pressões, como é o caso da soja, que foi adicionado às forças subjacentes do desmatamento. O importante é lembrar que novas forças somam-se às tradicionais (como a especulação imobiliária, e o estabelecimento da posse da terra), que não desaparecem (FEARNSIDE, 2010).

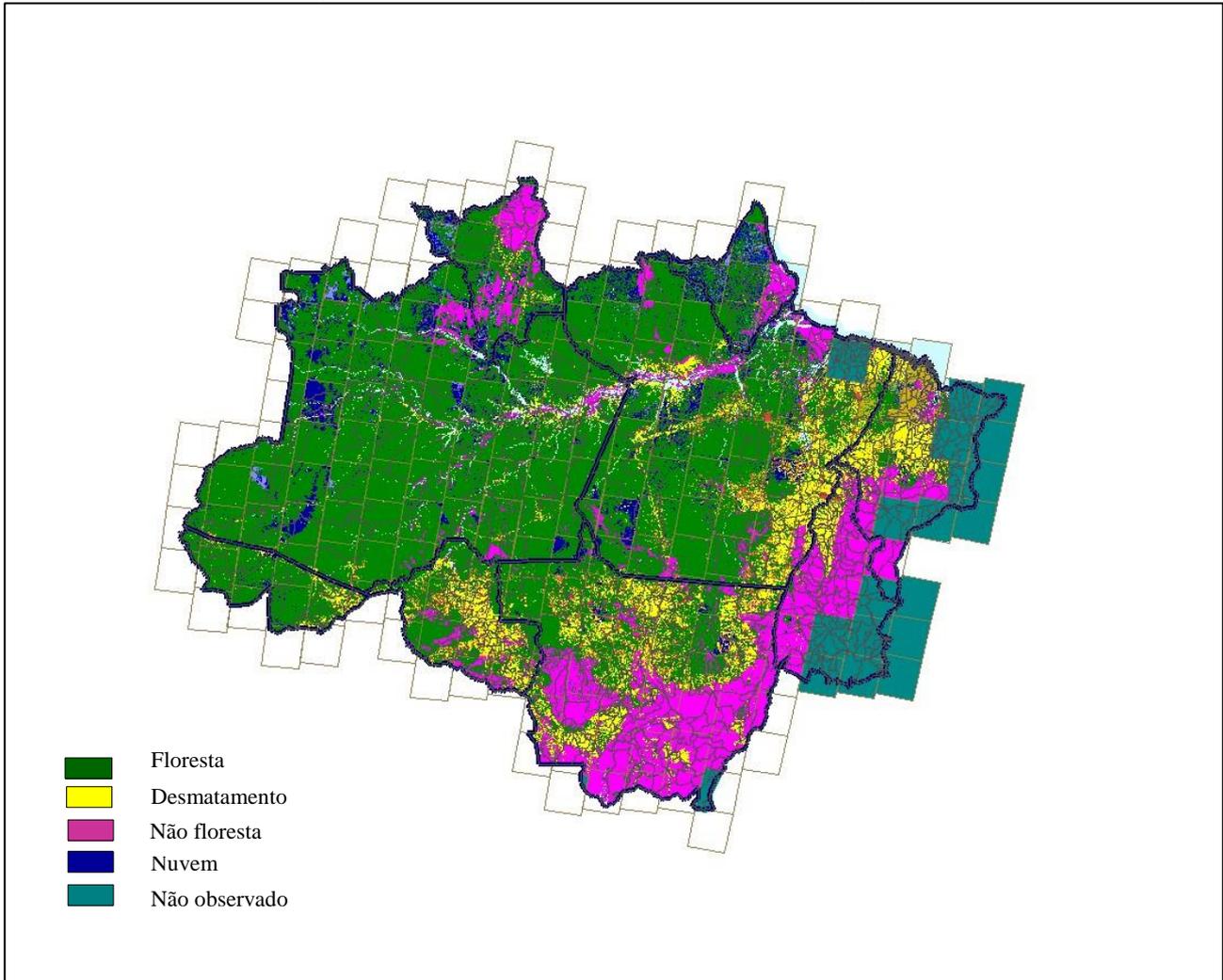
Portanto, os atores e as forças que conduzem o desmatamento variam entre partes diferentes da região, e ao longo do tempo. Em geral, os grandes e médios fazendeiros respondem pela grande maioria da atividade do desmatamento, mas os pequenos agricultores podem atuar como forças importantes nos lugares onde estão concentrados (FEARNSIDE, 2005).

Depois do incentivo inicial do Estado, que permitiu o acesso rodoviário, disponibilizou recursos financeiros e estimulou um intenso fluxo migratório, o processo de ocupação ganhou características próprias. As transformações da paisagem amazônica deixam de obedecer à lógica do planejamento estatal e passa a seguir a lógica da economia capitalista, com grande peso para a atividade pecuária (LUI; MOLINA, 2009).

Esse avanço na Amazônia ficou conhecida como o “arco do desmatamento” (Figura 1), que abrange o oeste e noroeste do Maranhão; o leste, sul e parte do oeste do Pará; o oeste e norte do Tocantins; o leste, centro-oeste e norte do Mato Grosso, todo o estado de Rondônia e do Acre e o sul do Amazonas (IPAM, 2012), onde a exploração de corte da floresta tem sido observada de forma

mais intensa, pois é nessa área que concentra a maior parte do desmatamento bruto de toda Amazônia brasileira.

Figura 1: Arco do Desmatamento da Amazônia Legal 2000-2005



Fonte: INPE<sup>1</sup>

Para monitorar o avanço do desmatamento na região amazônica, desde 1988, o Ministério do Meio Ambiente, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE, do Ministério de Ciências e Tecnologia, monitora via satélite o desmatamento na Amazônia. Que tem como objetivo quantificar os desmates de áreas com vegetação nativa e, dessa forma, ter embasamento para as ações de fiscalização, controle e combate aos desmatamentos ilegais (MMA, 2015). Desde 1988 até 2015 já foram desmatados uma área de 764.448,5 km<sup>2</sup> de floresta nativa (PRODES, 2015).

Neste sentido, torna-se prioritário o mapeamento e o monitoramento da superfície terrestre a partir de sensores remotos que permitem uma visão sinóptica com maior rapidez. O sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado para avaliar a dinâmica espacial e no emprego do planejamento

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>> Acesso em jan. 2016.

territorial. O processamento digital pode fornecer importantes informações para o planejamento ambiental, tais como: (a) a área e a taxa em que a paisagem se altera; (b) a distribuição e a relação espacial dos tipos de mudanças, (c) a definição da trajetória de mudança estabelecendo uma sucessão do uso da terra na paisagem; (d) o monitoramento e definição de estratégias de conservação, e (e) a elaboração de uma representação cartográfica que auxilia e evidencia os problemas existentes, favorecendo a atuação da fiscalização (GURGEL, et al., 2013).

O presente trabalho tem como objetivo geral fazer um levantamento e mapeamento dos aspectos ambientais do município de Tailândia, utilizando imagem RapidEye, com 5 metros de resolução espacial.

Este trabalho está dividido em três capítulos, o primeiro capítulo é a caracterização da área de estudo, nos aspectos históricos, geográficos e socioambiental. O segundo capítulo trata da questão da análise ambiental do município que através do mapeamento do uso e cobertura da terra utilizando imagem de satélite de alta resolução espacial (5m). Neste capítulo é apresentado um diagnóstico ambiental detalhado dos padrões do uso da terra. O terceiro capítulo trata da questão da fragmentação da paisagem considerando dois cenários diferentes: cenário (a): considera toda a vegetação atual existente no município; cenário (b): considera um cenário hipotético com toda a vegetação atual existente mais as Áreas de Preservação Permanente conservadas integralmente.

A partir deste conjunto de dados é possível entender os processos de transformação da dinâmica da paisagem do uso da terra de do município de Tailândia, e principalmente, a localização espacial de todas as atividades antrópicas, bem como os tipos de uso da terra responsáveis por essas transformações.

Desta forma é possível, para fins de planejamento ambiental e fiscalização, identificar de que forma os recursos naturais estão localizados e em qual situação ele se encontra, se conservado ou ocupado, quais atividades antrópicas estão localizadas nas APPs. O que permite uma melhor gestão e fiscalização dos recursos naturais da região.

## **REFERÊNCIAS**

BECKER, B.K. Amazônia. São Paulo: Ática, *Série Princípios*, n.192, p.112, 1998.

CARDOSO, F.H.; MÜLLER, G. *Amazônia: expansão do capitalismo* [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. pp. 10-28. Apanhado histórico do povoamento e seus aspectos econômicos e políticos. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em 20 fev. 2017.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*. Belo Horizonte, v. 1, n.1, 2005. Disponível em: <[http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/16\\_Fearnside.pdf](http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/16_Fearnside.pdf)>. Acesso em 20 mai. 2013.

\_\_\_\_\_. O cultivo da soja como ameaça para o meio ambiente na Amazônia brasileira. p. 281-324, 2006. In. FORLINE, L. C.; MURRIETA, R. S. S.; VIEIRA, I. C. G. *Amazônia além dos 500 anos*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil. 566p, 2006.

\_\_\_\_\_. Consequências do desmatamento da Amazônia. *Scientific American Brasil: Especial Biodiversidade*. p. 54-59, 2010.

FIGUEIREDO, A. M., M. RICCI, R. CHAMBOULEYRON. Os usos da terra. *Scientific American Brasil Coleção Amazônia: Origens*. Editado por R. Furtado, pp. 80-87. São Paulo: Duetto Editorial. 2008.

GURGEL, R. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. de S. Relação entre a evolução do uso da terra com as unidades geomorfológicas no município de Riachão das Neves (BA). *GeoTextos*, 9: n.1. 177-201, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Mapas de Biomas e de Vegetação*. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>> Acesso em: 15 dez. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. CIDADES, 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150795&search=para|tailandia>>. Acesso em 13 mar. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA IPAM. *Desmatamento em foco*, 2012. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/saiba-mais/Desmatamento-em-Foco/9>>. Acesso em: 13 mai. 2015.

LIMA, M. S. B.; MAY, P.H. A expansão da fronteira agrícola no sul do Amazonas e sua relação com o incremento do desmatamento nas áreas de Cerrado e campos naturais. In. VI Encontro Nacional da EcoEco. 2005. Brasília. *Anais...* Brasília, 2005. Disponível em: <

[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi\\_en/artigos/mesa4/Expans\\_o\\_da\\_Fronteira\\_Agr cola.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa4/Expans_o_da_Fronteira_Agr cola.pdf)>. Acesso em 5 jan. 2016.

LUI, G. H.; MOLINA, S. M. G. Ocupação humana e transformações das paisagens na Amazônia brasileira. 2009. *Amazônica – Revista de Antropologia*. v. 1. n. 1. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/amazonica/article/view/156/229>>. Acesso em: 5 jan. 2016.

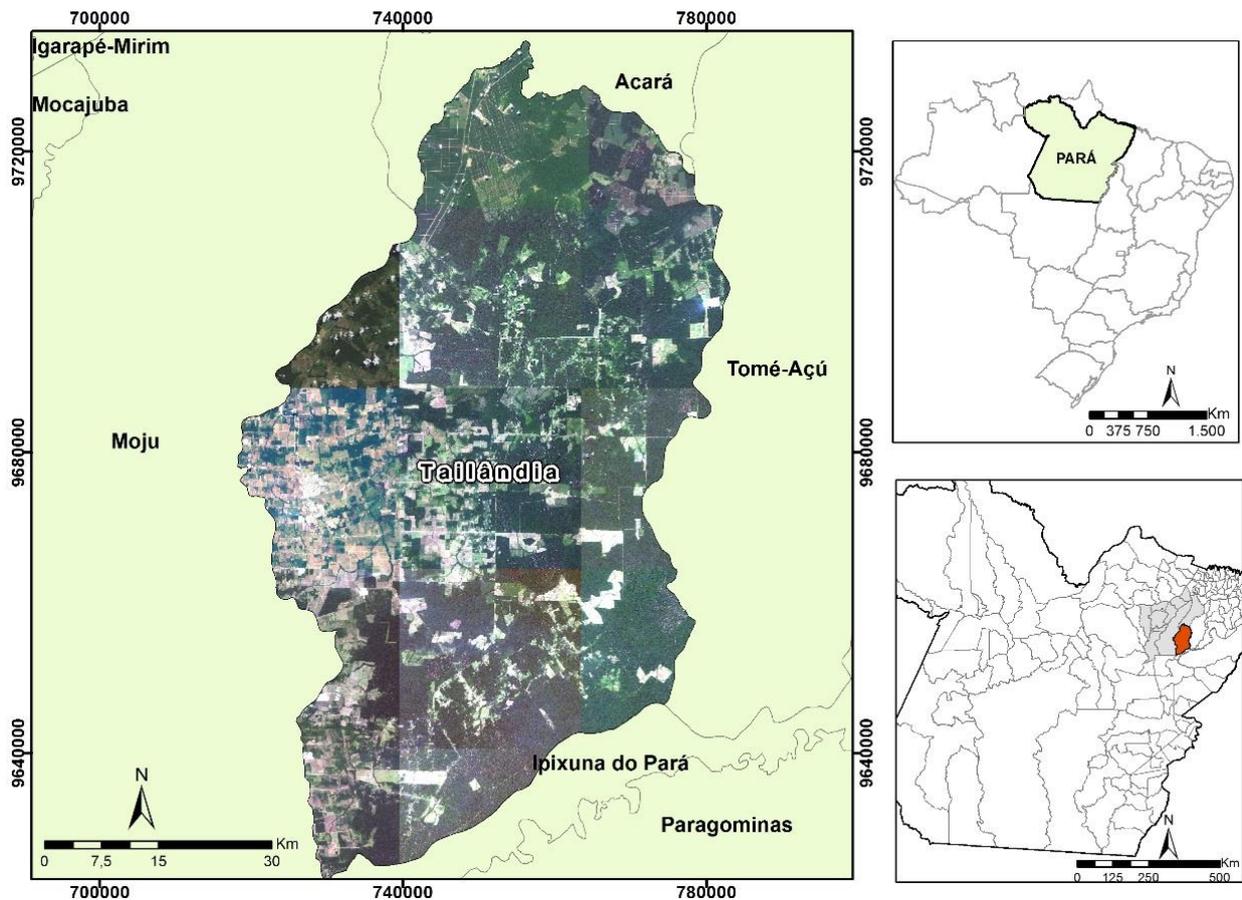
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Inpe Monitora Amazônia. 2015. <http://www.mma.gov.br/florestas/control-e-preven%C3%A7%C3%A3o-do-desmatamento/inpe-monitora-amaz%C3%B4nia> . Acesso em 12. Dez. 2015.

TAVARES, M. G da C. A Amazônia brasileira: formação histórico-territorial e perspectiva para o século XXI. *Espaço e Tempo*. 29 - Especial: 107-121, 2011.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

A área de estudo deste trabalho é o município de Tailândia no estado do Pará (Figura 2) localizado na microrregião de Tomé-Açú e que pertence à mesorregião do nordeste Paraense (IBGE, 1991). O município está situado entre as coordenadas geográficas de  $02^{\circ} 36'$  e  $03^{\circ} 24'$  de latitude sul e de  $48^{\circ} 58'$  a  $48^{\circ} 33'$  de longitude oeste. Limita-se ao norte com o município de Acará; a leste com Tomé-Açú; ao sul com o município de Ipixuna do Pará e a oeste com Moju.

Figura 2: Localização da área de estudo



Fonte: Elaborada pela autora (2013)

O município faz parte da Região de Integração Baixo Tocantins junto com mais outros 10 municípios. Os onze municípios que fazem parte da região do Baixo Tocantins, são: Abaetetuba, Acará, Baião, Barcarena, Cametá, Igarapé-Miri, Limoeiro do Ajuru, Mocajuba, Moju, Oeiras do Pará e Tailândia. A região possui uma área de 35.838,91 km<sup>2</sup> e tem uma população estimada para 2015 em 817.434 habitantes (IBGE, 2015). Possui também 10 comunidades quilombolas e 2 terras indígenas (MDA, 2011). A tabela 1 mostra algumas características populacional da região do baixo Tocantins estimado para o ano de 2015, segundo o IBGE.

Tabela 1. Dados populacional para o baixo Tocantins

<b>Município</b>	<b>População estimada 2016</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidade demográfica Hab/km<sup>2</sup></b>
Abaetetuba	151.934	1.610,40	93,35
Acará	54.080	4.343,81	12,45
Baião	44.956	3.758,30	11,96
Barcarena	118.537	1.310,59	90,45
Cametá	132.515	3.081,37	43,01
Igarapé-Miri	60.675	1.996,79	30,39
Limoeiro do Ajuru	27.760	1.490,19	18,63
Mocajuba	29.846	870,81	34,27
Moju	78.629	9.094,15	8,65
Oeiras do Pará	31.257	3.852,29	8,11
Tailândia	97.161	4.430,22	21,93
<b>Total</b>	<b>830.489</b>	<b>35.838,91</b>	<b>23,17</b>

Fonte: IBGE<sup>2</sup>

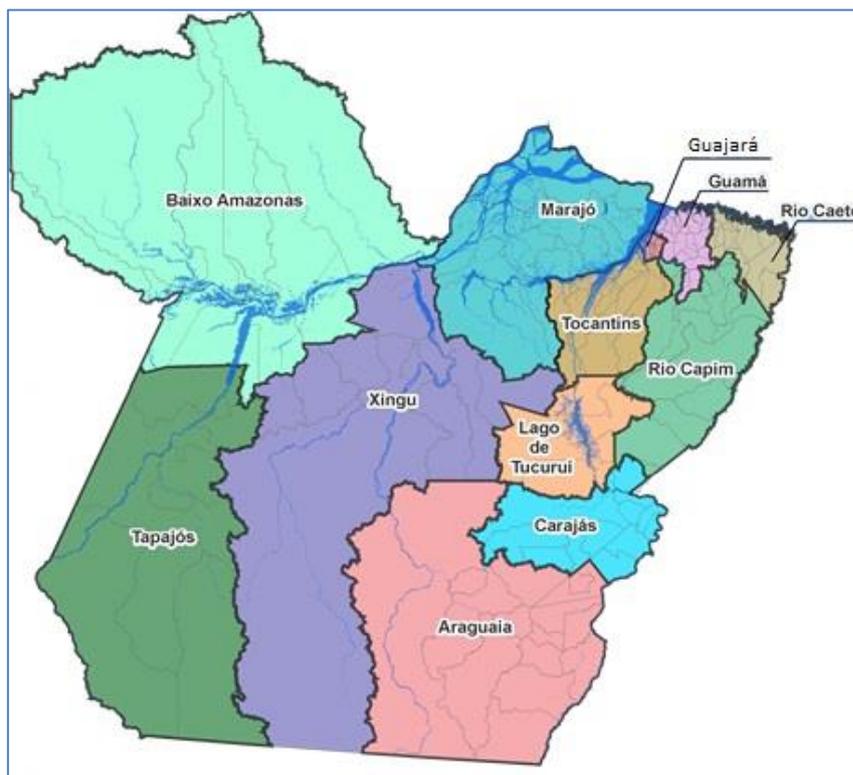
A proposta da regionalização do estado do Pará em 12 Regiões de Integração, para fins de planejamento, surgiu diante da grande diferença espacial característico do estado, pois a divisão feita pelo IBGE em microrregião e macrorregião não refletem adequadamente a diversidade regional (BRITO, 2011). São elas: Baixo Amazonas, Tapajós, Xingu, Marajó, Guajará, Guama, Rio Caeté, Tocantins, Rio Capim, Lago de Tucuruí, Carajás, Araguaia (Figura 3)

As Regiões de Integração (Ris) foram criadas em 2007, tendo como objetivo principal efetivar uma política voltada para a redução das desigualdades regionais, em virtude da condição de subdesenvolvimento do estado. Houve a necessidade de ajustar o planejamento político que contemplava aspectos econômicos, sociais, ambientais e institucionais ao recorte espacial mais coerente com a proposta de integração regional (DIAS; FARIAS, 2015).

Dessa forma, a divisão do Estado do Pará em Regiões de Integração, como unidade de planejamento, foi concebida de forma a identificar espaços regionais formados a partir do agrupamento de municípios que tivessem algum nível de articulação ou interação espacial entre si ou alguma similaridade em seus aspectos econômicos, sociais e ambientais. Outro fator considerado foi o processo histórico de ocupação e a existência de certa acessibilidade entre os municípios que formam cada conjunto espacial (BRITO, 2011).

<sup>2</sup>Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em 15 jan. 2016.

Figura 3: Regiões de Integração (RI) do estado do Pará



Fonte: SEPLAN<sup>3</sup>

Segundo a Secretaria de Estado e Integração Regional - SEIDURB (2007), a identificação das regiões de integração leva em consideração as características e as singularidade de cada município que foram agrupados em regiões, através do levantamento e mensuração de doze critérios: população (IBGE, 2000); densidade populacional (IBGE, 2000); concentração de localidades (GEOPARÁ, 2002); repasse de ICMS (SEFA – 2º Semestre 2002); renda *per capita* (IBGE, 1991); acessibilidade física entre as sedes municipais (GEOPARÁ-2002); consumo de energia elétrica (CELPA-2002); leitos por mil habitantes (DATASUS/SEEPS); Índice de Desenvolvimento Humano- IDH-M (PNUD, 2000); disponibilidade de telefonia fixa (Telemar-2002); índice de alfabetização (IBGE-2000); e processo de ocupação.

O Sistema de Integração Regional possui três pilares fundamentais que são: a descentralização regional; o desenvolvimento sustentável; e uma nova relação institucional, no qual cada pilar possui um conjunto de instrumentos que compõem a política. Portanto as regiões de integração tornam-se elementos fundamentais na execução das políticas públicas. As propostas passam a ser estrategicamente de forma especializada, realizando ações de maneira articulada com a sociedade em cada unidade regional (BRITO, 2011).

<sup>3</sup> Disponível em <http://www.seplan.pa.gov.br/loasite/regioes-de-integracao.php>. Acesso em 17 jan. 2017

O Baixo Tocantins trata-se de um território que tem uma forte presença da população ribeirinha, devido a importância do rio Tocantins como meio de integração regional. Porém este território foi impactado por dois grandes projetos: a usina hidrelétrica de Tucuruí e o complexo mineral Albrás\ Alunorte. A implantação destes dois grandes projetos no Baixo Tocantins promoveu na região profundas transformações de caráter social, econômico e espacial, alterou radicalmente a dinâmica da vida das populações que viviam de atividades tradicionais como a pequena agricultura e a pesca, além de modificar profundamente o uso do território na região. Com o barramento do rio Tocantins para a construção da hidrelétrica no final da década de 1970 e início da década de 1980, intensificaram-se a abertura de rodovias na região. Atualmente a região do Baixo Tocantins é um território híbrido com forte influência do meio natural (rio Tocantins) quanto do meio artificial (rodovias de integração). Ao longo do rio Tocantins prevalece uma temporalidade mais lenta, e a existência de práticas que datam a períodos anteriores a modernização do território. Já nas áreas atendidas pelas rodovias que cortam a região, possuem maior dinâmica, avanços no meio de transporte e comunicação que dão ao território maior competitividade em suas atividades (BARROS, 2015).

Em termos de logística, a localização geográfica do baixo Tocantins permite o escoamento da produção agrícola para a capital Belém e para o sudeste do estado, tanto pelas rodovias PA-150 e a BR-010 e seus acessos à região Transamazônica, sul do estado do Pará e sul do país. Porém é uma região que apresenta uma complexa integração entre práticas tradicionais e modernas, cujas atividades agrícolas predominantes dos agricultores familiares estão centralizadas no sistema de derrubada e queima da vegetação secundária (MODESTO JÚNIOR, 2012).

A região do Baixo Tocantins é o reflexo dos processos de mudanças impactados pelos setores de mineração e energia, principalmente com uma forte intervenção estatal, que incide diretamente sobre as formas camponesas de apropriação e de uso da terra e que resultam em transformações das relações sociais, territoriais e ambientais (MAGALHÃES et al., 2012).

Políticas públicas que pretendem valorizar o recorte territorial, têm sido formuladas, como é o caso da Região de Integração do Baixo Tocantins, no qual os municípios podem ser agrupados de acordo com as diversas ações e políticas públicas implantadas ao longo do tempo. Como é o caso dos municípios de Baião, Mocajuba, Cametá e Igarapé-Miri que sofreram transformações ambientais decorrentes das mudanças na vazão do rio Tocantins por causa da construção da hidrelétrica de Tucuruí; Moju e Tailândia que são alvos das indústrias madeireiras, com importante cenário de desmatamento; Tailândia, Igarapé-Miri, Limoeiro do Ajuru, Acará e Baião são alvos da implantação de um polo de biocombustível; e Barcarena – o complexo industrial mineral (MAGALHÃES et al., 2012).

Estas são as características principais dos municípios que pertencem a Região de Integração do Baixo Tocantins, no qual permite entender o processo de ocupação da região, e quais forças econômicas e políticas incentivaram esses processos e de que forma impactaram na vida de milhares de pessoas.

### **2.1. Aspectos fisiográficos do município de Tailândia**

O clima na região, segundo a classificação de Strahler (1951), é o equatorial 1b, no qual possui uma subseca de 1 a 2 meses. Este subtipo apresenta elevadas temperaturas em todos os meses do ano, com um a dois meses menos chuvosos ou de subseca. A temperatura média anual varia entre 24° C e 26° C, de clima quente e não apresenta grande amplitude térmica diária ou sazonal devido à umidade atmosférica. Os meses mais quentes do ano são outubro e novembro.

Nos meses de junho a agosto, a temperatura apresenta pequena queda aos totais anuais, devido as penetrações de frentes frias. O índice pluviométrico possui uma média de 2000 a 3000 mm/ano. Apesar do elevado índice pluviométrico anual, Tailândia possui um período de deficiência hídrica na ordem média de 341 mm nos meses mais seco, que vão de junho a agosto (RODRIGUES et al., 2005).

A geologia do município é constituída por litológicas da Formação Barreiras pertencente ao Período Terciário, constituída por argila de cores variadas, vermelhas, verdes, brancas ou mosqueadas com leitos de areias inconsistentes e concreções ferruginosas que formam blocos ou massas lenticulares, arenitos finos, siltitos e argilitos caulíníticos; com lente conglomerado e arenito grosseiro e Aluviões, pertencentes ao Período Quaternário, representados por sedimentos constituídos por cascalhos, areias, argilas, e siltes inconsolidados, que formam planícies aluviais que margeiam os cursos d'água (SCHOBENHAUS et al., 1984; RODRIGUES et al., 2005).

A geomorfologia do município são constituídas pelas Planícies Aluviais e pelo Planalto Rebaixado da Amazônia. O Planalto Rebaixado da Amazônia, que compreende uma superfície de aplainamento conservado. Nesta unidade o relevo em sua maior parte é o levemente dissecado sob a forma de interflúvios tabulares com talwegues incipientes, além de colinas e ravinas densamente drenadas (RODRIGUES et al., 2005).

Não apresenta variações altimétricas expressivas, com uma predominância de relevo plano (declive de 0% a 3%) e suave ondulado (declive de 3% a 8%), seguido de relevo ondulado (declive de 8% a 25%) sendo que suas cotas estão em torno de 35 metros com máxima de 96 metros ao sul. A Planície Aluvial corresponde as áreas inundáveis que acompanham os cursos d'água, constituídas por sedimentos recentes inconsolidados (RODRIGUES et al., 2005; IDESP-PA, 2014).

A vegetação na maior parte do município é de floresta equatorial subperenifolia, que se caracteriza por apresentar uma fitofisionomia e estrutura variada, de porte médio a alto de seus indivíduos, podendo atingir mais de 40 metros de altura, com presença de diversas espécies de valor econômico (RODRIGUES et al., 2005; IDESP-PA, 2014).

Já nas áreas próximas às margens do rio Acará, é encontrada a floresta equatorial de várzea, com espécies adaptadas ao excesso de água, principalmente durante o período de maior precipitação pluviométrica do ano devido ao transbordamento dos cursos d'água. Nas áreas arenosas e sujeitas ao encharcamento, ocorre a vegetação de campinarana arbustiva com presença de palmeiras e gramíneas. (RODRIGUES et al., 2005; IDESP-PA, 2014).

Nas áreas onde a floresta foi derrubada e queimada para o plantio e abandonada posteriormente, surge uma vegetação secundária, denominada capoeira, com diferenças marcantes quanto à vegetação nativa, sobretudo, na diminuição das espécies de valor econômico (RODRIGUES et al., 2005).

A drenagem da região é predominantemente subdendrítica. O curso d'água de maior destaque em Tailândia é o rio Acará que pertence a Região Hidrográfica da Costa Atlântica do Nordeste Ocidental. O rio Acará atravessa o município de Tailândia de sul para norte. Nasce na serra dos Coroados ao sul de Tailândia. Pela margem direita recebe o rio Urucuri, limite parcial com o município de Acará, e os igarapés Anajateua, Ipiranga e Papurá. Pela margem esquerda, seu principal afluente é o rio Aju-Açu e o Igarapé Turiaçu, limite parcial a nordeste com o município de Moju (TAILÂNDIA, 2015).

Os solos que predomina no município são o Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Plintossolos, Espodossolos, Gleissolos e Neossolos (RODRIGUES et al., 2005).

Os Latossolos Amarelos são solos de textura argilosa nas áreas de terra firme com relevo plano e suave ondulado. São solos desenvolvidos de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da Formação Ipixuna Barreiras do Período Terciário, na região litorânea do Brasil ou nos baixos platôs da região amazônica e possui elevada coesão dos agregados estruturais (solos coesos), muito duros quando secos. Apresentam boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade, sendo intensivamente utilizados para cultura de cana-de-açúcar e pastagem (EMBRAPA, 2006; RODRIGUES et al., 2005).

Os Argissolos Amarelos são solos formados por material mineral apresentando horizonte B textural subjacente a um horizonte A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, com profundidade variável, podendo ser de fortemente a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas. São solos de clima tropical quente e úmido, apresentam baixo conteúdo de carbono orgânico (RODRIGUES et al., 2005; EMBRAPA, 2006;).

Os Plintossolos são encontrados nas áreas de várzea, portanto sujeitos ao encharcamento periódico, o que limita a sua utilização na agricultura. São solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, caracterizam-se por apresentar expressiva plintização, apresentam coloração variável com o predomínio de cores

pálidas com ou sem mosqueados de cores alaranjadas e vermelha (EMBRAPA, 2006; RODRIGUES et al., 2005).

Os Espodossolo são solos minerais, predominantemente arenosos. Sua cor varia desde o cinzento, de tonalidade escura ou preta, até avermelhada ou amarelada, e pela nítida diferenciação de horizontes. São solos, em geral, moderadamente a fortemente ácidos, normalmente saturados por bases baixas, podendo ocorrer altos teores de alumínio extraível. Variam de pouco profundos até muito profundos. São originários, principalmente de materiais arenoquartzosos. Ocorrem em locais de umidade elevada, em áreas de surgente, abaciamento e depressões, sob os mais diversos tipos de vegetação. São solos que não apresentam aptidão agrícola, sendo indicados para áreas de conservação ambiental (EMBRAPA, 2006).

Os Gleissolos são solos pouco evoluídos, pouco profundos, extremamente ácidos, desenvolvidos sob influência do lençol freático próximo à superfície. Compreendem os solos hidromórficos, que se encontram permanentemente ou periodicamente saturados por água. Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do ambiente redutor, ou seja, livre de oxigênio dissolvido, devido a saturação por água (EMBRAPA, 2006).

O processo de gleização implica na manifestação de cores acizentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro. Ocorrem nas áreas de planície de várzea, sob vegetação de floresta equatorial hidrófila de várzea e relevo plano e de depressões. Pelo fato de sofrerem inundações periódicas, apresentam fortes limitações para o uso agrícola, sendo recomendados para preservação ambiental (RODRIGUES et al., 2005; EMBRAPA, 2006;).

Os Neossolos são solos de origem mineral ou orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, com maior resistência ao intemperismo, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo) que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 2006).

Os Neossolos Flúvicos mapeados em Tailândia são de coloração variada, desde o bruno acizentado muito escuro a acizentado nas matrizes. A textura é normalmente maciça, o nível de fertilidade natural é muito baixo. Pelo fato de ocuparem as planícies aluviais, apresentam limitações ao uso agrícola, por sofrerem inundações periódicas (RODRIGUES et al., 2005).

## **2.2 Aspectos históricos e socioeconômicos**

Tailândia possui uma área de 4.430 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 97.161 habitantes para o ano de 2015, sendo que em 2010, 74% da população habitavam em área urbana e 26% na área rural (IBGE, 2015). O PIB nominal do município em 2013 foi de R\$ 610.672.000,00 e o PIB *per capita* foi de R\$ 6,7mil (IBGE, 2015), abriga, total ou parcialmente, 4 Projetos de Assentamentos (PA's), em uma área de 182

km<sup>2</sup>, além de imóveis rurais (propriedades rurais e posses), que segundo o sistema de cadastramento ambiental e rural o CAR, totaliza 3.282 propriedades (IMAZON, 2014).

O histórico de ocupação do município de Tailândia vem desde a colonização portuguesa e tem como elemento constitutivo a exploração do grande potencial florestal em especial a atividade madeireira e pecuária facilitada pela navegação pelo rio Acará (IDESP, 2014).

Sua paisagem moldada foi pela extração de madeira, seja na construção de serrarias ou para a produção de carvão vegetal, na introdução da pecuária, e na expansão do dendê, influenciando na dinâmica do uso e cobertura da terra, bem como toda a estrutura sócio econômica.

O município de Tailândia pertencia anteriormente ao município de Acará, que surgiu em decorrência da expansão das explorações portuguesas em direção ao interior da Província. Seguindo o curso do rio Acará na sua bifurcação fundaram um núcleo de colonização que foi elevada em 1858 ao status de Freguesia de São José de Acará. O município de Acará conquistou sua autonomia em 19 de abril de 1875 (IBGE, 2015).

A partir de uma política de assentamento induzida direcionada ao município de Acará no âmbito de Programas Públicos de Colonização – implementados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) que se concentravam, principalmente, ao longo das novas vias de acesso à região amazônica sob um modelo de gestão pública e do discurso de povoar áreas desocupadas, o município de Tailândia teve a sua origem. (RUIVO et al., 2007)

Com a construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, localizada numa região mais próxima ao centro do estado, então surgiu a necessidade de estabelecer uma conexão entre aquela área e o nordeste paraense, onde estão localizados Belém e o polo industrial de Barcarena. Deste modo no final da década de 1970 iniciou-se a construção da PA -150 que corta o Estado do Pará de norte a sul (PENTEADO, 2010).

E até este momento, enquanto colônia de Acará, Tailândia era composta por um número reduzido de migrante. Com a construção da PA-150, que logo atraiu muitos migrantes de outras regiões no qual a maioria estava atrás de terras para se fixarem e se estabelecerem economicamente, outros, entretanto, tinha o objetivo de formar grandes fazendas e enriquecer (MONTEIRO, 2004; PENTEADO, 2010).

Após a chegada em massa de colonos em Tailândia, em um curto prazo de tempo, foram desencadeados os primeiros conflitos fundiários entre fazendeiros, grileiros e posseiros ao longo da margem da PA-150 (PENTEADO, 2010) e com a intensificação da violência destes conflitos, o governo do estado teve que intervir na região. Iniciando-se assim, o cadastramento dos colonos, a demarcação de terras devolutas e distribuição de lotes entre os quilômetros 51 e 183 da PA-150, numa área total de 158.400 ha (ARAÚJO, 2009). Esta distribuição de lotes foi feita e incentivada pelo Instituto Nacional de Terras do Pará, o Iterpa. De fato, os que chegavam em Tailândia recebiam um

pedaço de terra, porém não havia, e não recebiam um único incentivo e, conseqüentemente não conseguiam estabelecer uma vida de trabalho produtivo. Muitos que chegavam à Tailândia, se viam obrigados a emigrarem para outras regiões (PENTEADO, 2010).

Entre os anos de 1985/86 com o asfaltamento da PA-150, as madeiras chegaram no município de Tailândia. As serrarias começaram a se estabelecer em torno da PA-150, a economia local começou a alavancar, porém este Tailândia, ainda era uma vila que pertencia ao município de Acará.

Após um plebiscito local, Tailândia teve a sua emancipação político-administrativa oficialmente decretada no dia 10 de maio de 1988. Com isso o município passou a receber verbas estaduais e federais e as receitas geradas pela exploração da madeira passou a circular.

A década de 90 marcou a ascensão de uma nova atividade econômica ligada à madeira. Foram as carvoarias, que surgiram depois que as siderúrgicas de ferro-gusa foram construídas em Marabá, a 300 km ao sul de Tailândia. A matéria prima do carvão vegetal é a lenha, oriunda tanto das sobras das serrarias quanto das árvores da floresta. Para a produção de 1 tonelada de ferro-gusa, por exemplo, são necessários 875 kg de carvão vegetal, no qual requer pelo menos 2.600 kg de madeira seca, necessitando desmatar pelo menos 600 m<sup>2</sup> de mata nativa (MONTEIRO, 1998).

Para atender a demanda das siderúrgicas, as carvoarias também foram as grandes responsáveis pelo desmatamento da floresta nativa, entre outros impactos sociais e ambientais. Em Tailândia, as áreas desmatadas pelas carvoarias e madeiras, foram em sua maioria, convertidas em áreas de pastagem (PENTEADO, 2010).

Uma pesquisa feita em 1998 apontava Tailândia como a segunda maior produtora do estado do Pará de madeira processada, com cerca de 332 milhões de m<sup>3</sup>, ficando atrás de Paragominas com 852 milhões de m<sup>3</sup> (VERISSÍMO et al., 2002).

Devido ao forte processo de antropização, Tailândia foi um dos municípios que mais desmatou na região do Baixo Tocantins, segundo os dados de monitoramento por satélite da floresta Amazônica -PRODES, feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Desde de 2000 até 2014, Tailândia já desmatou uma área de 2.236,90 km<sup>2</sup>, ou seja, 50% do município já foi desmatado pela atividade madeireira. Ficando atrás de Moju, que já desmatou 4.293,90 km<sup>2</sup>, que corresponde a 47% do seu território e Acará que desmatou 2.350 km<sup>2</sup>, cerca de 54% do município.

A atividade madeireira é um dos setores que mais absorve mão-de-obra local, bem como se constitui um dos pontos mais críticos e frágeis no que diz respeito à fiscalização e cumprimento da legislação ambiental, trabalhista e fiscais, pois muitas destas empresas trabalham informalmente sem o cumprimento das normas estabelecidas (RUIVO et al., 2007). Até 2008 era a madeira que dominava a economia municipal, principalmente com a atuação do extrativismo ilegal da madeira, com o corte

ilegal da floresta, por meio de utilização de documentação falsa e sonegação fiscal, contribuindo desta forma para a degradação ambiental (TAILÂNDIA, 2009).

Então, em 2008, Tailândia foi o primeiro município a receber a Operação Arco de Fogo, é uma operação de fiscalização que envolve o Ibama, a Polícia Federal e a Força Nacional de Segurança no combate ao desmatamento ilegal, envolvendo um efetivo com mais de 300 agentes públicos (IBAMA, 2008).

A operação foi em resposta a conflitos gerados contra a fiscalização dos Guardiões da Amazônia, uma operação integrada do Ibama com o Governo do Pará, que antecedeu ao Arco de Fogo, no qual foram apreendidos 13 mil metros cúbicos de madeira ilegal (IBAMA, 2008; PENTEADO, 2010).

Depois de 40 dias que a Operação Arco de Fogo esteve na região, foram lavradas multas no valor de 23 milhões de reais. Foram vistoriados 53 estabelecimentos, entre madeireiras e carvoarias e todas foram multadas por alguma irregularidade, sendo que 14 serrarias foram embargadas, dessas, quatro foram desmontadas. Também foram apreendidos um total de 23 mil m<sup>3</sup> de madeira ilegal e foram destruídos 1.175 fornos de carvão vegetal (IBAMA, 2008).

Com a interrupção das atividades no setor madeireiro, a economia do município entra em declínio. Serraria e carvoarias demitiram em massa. Um mês após a Arco de Fogo, o SINE (Sistema Nacional de Emprego) registrou cerca de 4.400 pedidos de desemprego na cidade, mas estima-se que este número foi em torno de 8.000 desempregados, pessoas que viviam diretamente da atividade madeireira ou de sua cadeia produtiva (PENTEADO, 2010) o que correspondia na época 11,5 % da população, de um total de 69.581 habitantes (MMA, 2009).

Tailândia então passa a integrar a lista de ações prioritárias na prevenção e combate ao desmatamento, editada pelo MMA anualmente, regulamentada pelo decreto nº 6.321/07.

Diante da crise socioeconômica gerada pelo Arco de Fogo, além da grande repercussão nacional do caso, foi lançado em 2009 a Operação Arco Verde, é um programa de oferta de políticas públicas que envolvem vários órgãos federais e estaduais, que objetivam solucionar os problemas relacionados ao desmatamento ilegal na Amazônia. As políticas públicas previstas nos mutirões de ações e atividades contínuas se baseiam em quatro eixos: controle e monitoramento ambiental; ordenamento territorial e fundiário; fomento à produção sustentável; e inclusão social e cidadania (SEMAS, 2009).

Para sair da lista prioritária do MMA, o município precisava ter 80% dos imóveis rurais inseridos no Cadastro Ambiental Rural (CAR), que exige mapas de cobertura do solo detalhada na escala de pelo menos 1:50.000, contendo particularidades naturais e artificiais do imóvel rural, além de manter o desmatamento anual ao limite de 40 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2012).

Ao sair da lista do MMA os municípios passam a ter prioridades na alocação de incentivos econômicos e fiscais, e na implantação de programas federais para o desenvolvimento de economias com base sustentáveis (MMA, 2009).

Já o Programa Terra Legal instituído por Medida Provisória nº458/2009 e posteriormente convertida em Lei Ordinária Nº11.952 de 25 de junho de 2009, dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, na Amazônia Legal. No Pará a meta é regularizar cerca de 90 mil posses (SEMAS, 2009).

Em 2012 foi detectado no município de Tailândia 9 km<sup>2</sup> de desmatamento (PRODES, 2012) e o percentual de 82% de imóveis rurais cadastrados no CAR (IMAZON, 2014). Diante destas condições em 2013 o município consegue sair da Lista de Municípios Prioritários (Portaria MMA nº 412/2013) e passou a integrar a categoria de municípios com desmatamento monitorado e sob controle. Com isto o município passou a ter direito a diversos incentivos fiscais e acesso ao crédito, além de políticas públicas de fomento e ordenamento fundiário e territorial (IMAZON, 2014).

Outro destaque econômico importante no município é o plantio de extensas áreas de dendê. Inicialmente a dendeicultura enraizou-se nos municípios de Acará, Moju e Tailândia, hegemônica pelo grupo Agropalma que atua no segmento desde 1982, quando constituiu a primeira empresa denominada Companhia Real Agroindustrial S.A - CRAI (AGROPALMA, 2015).

Em 2002 o CRAI, Agropalma, AGROPAR, Amapalma, Companhia Palmares da Amazônia – CPA e a Companhia Refinadora da Amazônia, passaram a compor o GRUPO AGROPALMA, constituindo assim, o maior e mais moderno complexo agroindustrial de plantio de palma, produção e processamento de óleo de palma do país. O óleo do dendê é muito utilizado nas indústrias alimentícias e óleo-química, dentre elas: frituras industriais, chocolates, massas, margarinas, cremes vegetais, biscoitos, sorvetes, cosméticos, detergentes, sabões e sabonete (AGROPALMA, 2015).

A AGROPALMA possui 107 mil hectares de terra; sendo 39 mil ha de área plantada, 64 mil ha de reservas florestais, 1.600 km de estrada própria, 5 indústrias de extração de óleo bruto, 1 terminal de exportação, 1 indústria de refino, 1 indústria de produção de acondicionamento de gorduras vegetais, 4 laboratórios de controle de qualidade, geração própria de energia elétrica para o processo industrial, e 4 estações para tratamento de água. Gerando mais de 5.000 empregos direto (AGROPALMA, 2015).

Recentemente a expansão do dendê está sendo impulsionada por sua entrada na matriz energética do agro combustível por meio do Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB. Empresas que tem como seguimento a produção do biodiesel vem investindo em Tailândia, uma delas é a Galp Energia, que tem como meta expandir sua plantação de dendê para 150.000 ha até o ano de 2019 nos municípios de Tailândia e Tome-Açú (NAHUM; MALCHER, 2012).

No que diz respeito ao cultivo do dendê na região, fica proibida a abertura de novas áreas para o seu plantio, segundo o Zoneamento Agroecológico do Dendzeiro (EMBRAPA SOLOS, 2010). Somente áreas que foram abertas até o ano de 2008, segundo os dados PRODES/INPE, podem ser utilizadas para o plantio do dendê.

O dendê surge como uma proposta de reflorestamento de áreas desmatadas, e com a possibilidade de participar do mercado de sequestro de carbono por constituir uma cobertura florestal, além de gerar renda ao pequeno agricultor (BECKER, 2013). No entanto, a cada uma das vantagens que o cultivo do dendê oferece, contrapõem-se restrições e grandes riscos ambientais, tais como o risco de pragas e doenças pela monocultura, o desflorestamento que pode ocorrer com a expansão da lavoura pelo coração florestal (mata nativa), ao contrário de permanecer concentrada em áreas já desmatadas como esperado (BUTLER; LAURANCE, 2009). Ainda segundo os autores, o risco de desflorestamento pode vir a ocorrer ao implantar o dendê em áreas já desmatadas como previsto, vindo a empurrar agricultores e pecuaristas para a floresta, fato que já ocorre com a expansão da soja.

## REFERÊNCIAS

AGROPALMA. *A Agropalma*. 2015. Disponível em: < <http://www.agropalma.com.br/quem-somos/a-agropalma>>. Acesso em: 20 out. 2015.

ARAÚJO, R. Um pouco da história de Tailândia. 2009. *ASCOM*. Disponível em: < <http://www.tailandia.pa.gov.br/tailandia-2009/16.html>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

BARROS, M. J. B. O Uso do Território e Políticas Públicas Territoriais no Baixo Tocantins, Estado do Pará. In: Encontro Nacional de Planejamento Urbano, 16, 2015. Belo Horizonte. *Anais...*, Belo Horizonte, ENAPUR, 2015. Disponível em: < [http://xvienanpur.com.br/anais/?wpfb\\_dl=207](http://xvienanpur.com.br/anais/?wpfb_dl=207)>. Acesso em: 20 dez. 2015.

BECKER, K. B. Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)? *Confins [online]*, 10, 2010. Disponível em: < <https://confins.revues.org/6609?lang=pt>>. Acesso em 28 out. 2015. DOI: 10.4000/confins.6609

BRASIL. *Decreto* nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/Decreto/D6321.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Decreto/D6321.htm)>. Acesso em: 13 mai. 2015.

BRASIL. *Decreto* nº 7.830, de 17 de outubro de 2012.

BRASIL. Lei Nº 11.952 de 25 de junho de 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/111952.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111952.htm)>. Acesso em 17 de mar. 2017.

BRITO, L. S. B. Territórios da cidadania e regiões de integração: Diferentes olhares sobre o mesmo espaço ou o mesmo olhar sobre espaços diferentes? 14, 2011. Rio de Janeiro. *Anais...Rio de Janeiro: ANPUR*, 2011. Disponível em: < <http://www.anpur.org.br/anaisAbrir/58/1/anais-do-xiv-ena>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

BURLER R. A.; LAURANCE, W. F. Is oil palm the next threat to the Amazon? *Tropical Conservation Science*, Vol. 2 (1), p. 1-10, 2009.

DATASUS. Portal da Saúde Disponível em: < <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>>. Acesso em: 15 out. 2015.

DIAS, D. R.; FARIAS, A. L. A. de. A experiência do planejamento regional em bases territoriais na Amazônia. *Desenvolvimento em Questão*. Ano 13.n.32, out/dez. p.178-208, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3079>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Zoneamento Agroecológico do dendezeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal*. 2010. Disponível em: < [http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento\\_dende/ZonDende.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_dende/ZonDende.pdf) <[http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento\\_dende/ZonDende.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_dende/ZonDende.pdf)>. Acesso em: 4 mai. 2013.

INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO PARÁ – IDESP/PA. *Estatística Municipal: Tailândia, 2014*. Disponível em: <<http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/estatisticaMunicipal/pdf/Tailandia.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas, v.2, tomo 1, Região Norte, 1991.

\_\_\_\_\_. *Cidades*, 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150795&search=para|tailandia>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS E RENOVÁVEIS -IBAMA. Operação Arco de Fogo fecha madeiras e carvoarias em Tailândia, Pará. 2008. Disponível em: <<http://ibama.gov.br/noticias-2008/operacao-arco-de-fogo-fecha-madeiras-e-carvoarias-em-tailandia-para>>. Acesso em: 28 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. Arco de Fogo apreende mais de 23 mil m<sup>3</sup> de madeira ilegal no Pará. 2008. Disponível em: <http://ibama.gov.br/noticias-2008/arco-de-fogo-apreende-mais-de-23-mil-m-de-madeira-ilegal-no-para> . Acesso em: 28 dez. 2015.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON. Desmatamento e degradação florestal em Tailândia – Pará 2000 – 2013. 2014. Disponível em: <[http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/outros/01\\_Folder\\_Tailandia\\_web.pdf](http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/outros/01_Folder_Tailandia_web.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. PRODES – Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. 2015. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso em: 9 jan. 2016.

MAGALHÃES, S. B. et al. Transformações Sociais e Territoriais no Ambiente Rural da Amazônia Oriental. In: Encontro Nacional da ANPPAS, 4, 2012, Belém. *Anais ...* Belém: NAEA, 2012. v. 6. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT2-77115620120630113752.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. *Programa Terra Legal*. L. 11.952/09 - sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal, 2009.

\_\_\_\_\_. *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Baixo Tocantins*. 2010. Disponível em: <[http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs\\_qua\\_territorio130.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio130.pdf)> Acesso em: 12 mai. 2013.

\_\_\_\_\_. *Território da cidadania*. 2011. Disponível em: [http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/baixotocantinspa/one-community?page\\_num=0](http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/baixotocantinspa/one-community?page_num=0) . Acesso em: 18 dez. 2015.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Aspectos socioeconômicos da produção de mandioca no baixo Tocantins, 2012. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=26760&secao=Artigos%20Especiais> Acesso em: 18 dez. 2015.

MONTEIRO, K. F. G. *Utilização de resíduos de madeira como cobertura no solo: o estudo de caso de um sistema agroflorestal no estado do Pará*, 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2004.

MONTEIRO, M. A., *Siderurgia e Carvoejamento na Amazônia: Drenagem energético-material e pauperização regional*, 206 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) Universidade Federal do Pará/ Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Belém, 1998.

NAHUM, J. S; MALCHER, A. T. Dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu (PA). *Confins [online]*, 16. 2012. Disponível em: <http://confins.revues.org/7947?lang=pt>. Acesso em: 28 out. 2015. DOI: 10.4000/confins.7947

PENTEADO, J. R. *Tailândia, Pará – A história do primeiro município a receber a Operação Arco de Fogo*. 2010. 49 f. Projeto experimental apresentado como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Comunicação Social – Habilitação em jornalismo, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, São Paulo, 2010.

RODRIGUES, T. E. et al. *Caracterização e classificação dos solos do município de Tailândia, estado do Pará*. Embrapa Amazônia Oriental. Belém. 55p. 2005.

RUIVO, M. L. P. et al. Gestão florestal e implicações socioambientais na Amazônia Oriental (Estado do Pará). *Oecologia Brasiliensis*. 11 (4): p. 481-492. 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DE INTEGRAÇÃO REGIONAL - SEIDURB. Diretrizes, Estratégias e Instrumentos para a Integração Regional do Estado do Pará. Secretaria de Estado de Integração Regional. Belém, 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE - SEMAS. *Operação Arco Verde e Programa Terra Legal serão lançados no Pará*. 2009. Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/2009/06/17/8291/>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

STRAHLER, A. N. *Physical Geography*. New York: John Willey & Sons, 1951.

TAILÂNDIA. Portal Tailândia. *Visão Geral*. 2009. Disponível em: <<http://portaltailandia.com.br/tag/car/>> Acesso em: 23 abr. 2015.

TAVARES, M. G da C. A Amazônia brasileira: formação histórico-territorial e perspectiva para o século XXI. *Espaço e Tempo*. n. 29 - Especial: p. 107-121, 2011.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; LENTINI, M. *Polos Madeireiros do Estado do Pará*. Belém: Imazon, 74p. 2002. Disponível em: <http://imazon.org.br/publicacoes/polos-madeireiros-do-estado-do-para/>. Acesso em: 15 jan. 2016.

### 3.MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA E IDENTIFICAÇÃO DE USO INDEVIDO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM TAILÂNDIA - PARÁ

#### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo elaborar o mapeamento de uso e cobertura da terra bem como mapear as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e identificar as atividades infratoras em APPs. Para este fim, técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica foram utilizadas. O mapeamento e a classificação foram realizados por interpretação visual das imagens de satélite RapidEye com 5 metros de resolução espacial para o ano de 2012. Foram identificadas nove classes de uso e cobertura da terra. A partir dos vetores de hidrografia foi possível determinar as Áreas de Preservação Permanente dos corpos d'água de acordo com a legislação ambiental. A análise do uso indevido em APPs foi feito a partir do cruzamento de dados do uso e cobertura da terra com as APPs. Segundo os dados obtidos 53% do município (2.347,64 km<sup>2</sup>) são ocupados por atividades antrópicas. A pastagem é a atividade que possui maior área de uso (30%), seguido pela vegetação alterada (14,6%) e dendê (7,2%). As APPs possuem uma alta porcentagem de uso indevido (47,12%), sendo que a pastagem é a maior infratora, ocupando 26,65% das APPs, seguida pela vegetação alterada (12,64%) e dendê (4,29%). Portanto o principal desafio do município é conciliar a atividade econômica e o desenvolvimento sustentável, sendo importante salientar que são necessárias as parcerias entre o Estado, as instituições de pesquisas, órgãos fiscalizadores, secretarias estaduais e comunidades locais, pois sem essas parcerias seria impossível fiscalizar ou controlar uma área tão imensa quanto o da Amazônia Legal.

**Palavras-chaves:** Desmatamento da Amazônia, sensoriamento remoto, Uso e cobertura da terra, Uso indevido em APPs.

#### ABSTRACT

The objective of this present paper is to elaborate the mapping of the land use and land cover, as well as the Permanent Preservation Areas (PPAs) and identify the misuse areas in PPAs. In this way, remote sensing techniques and Geographic Information System were used. The mapping and classification were made by visual interpretation of the images obtained from the RapidEye satellite with 5-meter spatial resolution for the year 2012. In this work were identified nine classes of land use and land cover. The water body of the Permanent Preservation Areas (PPAs) was determined through the vectors of hydrography according to environmental legislation. The analysis of the misuse of PPA was made by crossing the land use and land cover datas with the PPAs. The results show that 53% of the city (2,347.64 km<sup>2</sup>) are occupied by human activities. Livestock farming is the activity that most has increased the use of area (30%), followed by altered vegetation (14.6%) and palm oil (7.2%). The PPAs have a high percentage with misuse (47.12%), and the cattle ranching is the biggest offender occupying 26.65% of the PPAs, followed by altered vegetation (12.64%) and palm oil (4.29%). Therefore, the main objective of Tailândia is to reconcile economic activity and sustainable development. It's important to emphasize the partnerships between Government, research institutions, regulatory agencies, states departments and local communities, because otherwise it would be impossible to monitor or control such a vast area as the Amazon.

**Keywords:** Amazon deforestation, remote sensing, Land use and land cover, Misuse in the PPAs

### 3.1 INTRODUÇÃO

A região Amazônica nas últimas décadas sofreu diversas transformações que a partir da década de 80 resultou na intensificação do desmatamento na região por meio de subsídios fiscais incentivados pelo governo federal na intenção de atrair capitais privados à Amazônia, principalmente pela implantação de grandes projetos agropecuários no sul do estado do Pará e na região norte do estado do Mato Grosso, além destes, construções das rodovias PA-70, Belém-Brasília (BR-153) e a Transamazônica (BR-230), criaram um novo eixo do desmatamento na porção central da floresta Amazônica (FEARNSIDE, 2006; PRATES; BACHA, 2011).

O adensamento e avanço da ocupação da região amazônica conhecida como o “arco do desmatamento” se deram a partir das rodovias federais, estaduais e estradas vicinais, que a cada ano avançam cada vez mais para o interior da Amazônia (TAVARES, 2011; FEARNSIDE, 2010). Além das principais redes rodoviárias, estradas abertas sem qualquer supervisão ou incentivos do governo cresceram rapidamente nesta região, abrindo novos acessos para a exploração da madeira, para a implantação de assentamentos rurais, e conseqüentemente uma nova colonização, a aceleração da fragmentação da floresta e da degradação ecológica (BARBER et al., 2014).

No âmbito da legislação ambiental brasileira, especialmente o Código Florestal (BRASIL, 1965; 2012), exercia grande influência sobre a ocupação da terra (ALARCON et al., 2015; OLIVEIRA, 2015a), determinando a demarcação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL) em todas as propriedades rurais. No Bioma Amazônia, a Reserva Legal corresponde a 80% de cada propriedade rural, 35% no Cerrado localizado na Amazônia Legal, 20% nos campos gerais localizados na Amazônia Legal e 20% no restante do país.

Neste aspecto, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) segundo o Código Florestal de 1965, são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, além de proibir a construção, o plantio ou exploração de atividades econômicas. Porém, o Código Florestal de 1965 não estabelecia uma disciplina na ocupação da terra que só veio a ser regulamentada pelas resoluções CONAMA nº 302/2002 e 303/2002, mas que acabaram sendo revogadas pelo Novo Código Florestal brasileiro, Lei nº 12.651/12.

Mesmo com a proteção garantida por lei, as APPs continuam sob impactos causados pela ação antrópica, cujo processo é fortemente associado às práticas sociais, econômicas e culturais adotadas por produtores (VIEIRA, et al., 2008). Nessa forma de ocupação do uso da terra, a principal atividade econômica praticada na região amazônica é a agropecuária, implantada sem qualquer análise sobre

as consequências que a supressão da vegetação em APPs traz para o meio ambiente e sociedade (ALMEIDA; VIERA, 2014).

Na tentativa de cobrir lacunas do Código de 1965, dispositivos legais foram sendo regulamentadas ao longo dos anos por medidas provisórias ou resoluções, com o objetivo de tentar adaptar a legislação ambiental com a dinâmica econômica atual. Após 10 anos de longos debates, foi publicado no dia 25 de maio de 2012 o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651.

Assim, o Novo Código Florestal brasileiro, Lei nº 12.651/12, mantém o conceito estabelecido de APPs no Código Florestal de 1965 e insere algumas alterações que geraram diversas discussões e controvérsias entre ambientalistas e ruralistas. Em se tratando da Reserva Legal foi mantido as porcentagens para cada bioma, porém o computo das APPs no cálculo da Reserva Legal para imóveis rurais antes permitido somente para pequenos produtores em casos específicos, atualmente pode ser para propriedades de qualquer tamanho, sendo objeto de maior flexibilização, desde que não implique em desmatamento de novas áreas (OLIVEIRA, 2015b). Esta inclusão se dá quando a soma de APPs e RL exceder 80% do imóvel na Amazônia, 50 % no restante do país e 25 % nas pequenas propriedades.

Com relação a compensação do déficit da RL, a comunidade científica defende que ela teria que ser feita nas áreas mais próximas da propriedade, dentro do mesmo ecossistema, de preferência na mesma microbacia ou bacia hidrográfica. Porém, segundo o Novo Código Florestal, esta compensação pode ser feita no âmbito do mesmo bioma, o que não assegura a equivalência ecológica de composição de estruturação e de função (SBPC; ABC, 2012). Este aspecto foi demonstrado por Felfili et al. (2004) para o bioma Cerrado ao avaliarem a densidade da vegetação e a variedade de espécies para três parques deste bioma, no qual foi constatado que, conforme há um distanciamento maior entre os remanescentes de vegetação sem os corredores ecológicos há perda significativa da variedade de espécies.

Outro ponto que gerou muita polêmica foi o estabelecimento para as faixas de APPs, onde os cursos d'água devem ser contabilizados a partir da borda da calha do leito regular e não do seu nível mais alto. Esta alteração facilitaria a delimitação da própria faixa de APPs, porém, torna vulneráveis amplas áreas úmidas em todo país, particularmente, na Amazônia e no Pantanal. Estas áreas são importantes provedoras de serviços ecossistêmicos, principalmente, protegendo os recursos hídricos e evitando erosões em áreas ribeirinhas. Reduzindo drasticamente a proteção das áreas úmidas em geral das florestas inundáveis. Cerca de 20 % do território brasileiro é coberto por áreas úmidas. Na Amazônia, elas ocupam 1.800.000 km<sup>2</sup> (400.000 km<sup>2</sup> alagáveis) e no Pantanal 160.00 km<sup>2</sup> (SBPC; ABS, 2012).

Outra proposta polêmica se refere à suspensão ou o perdão das dívidas ambientais de desmatamento ilegal anterior a 22 de julho 2008 de “pequenas” propriedades (varia de 20 ha no Sul do Brasil a 440 ha na Amazônia). Com essa nova regra 90 % das propriedades rurais podem ter a suspensão de suas dívidas ambientais (SOARES FILHO et al. 2014). Porém, o produtor só terá a sua dívida perdoada caso ele cumpra três requisitos: registro de suas terras no Cadastro Ambiental Rural (CAR); adesão aos Programas de

Regularização Ambiental (PRA); cumprimento de metas da recuperação ou compensação da área desmatada (BRASIL, 2012).

Contudo, a ilegalidade do desmatamento está na lei desde 1998 (MPV nº 1.605-30), que institui a determinação para que a supressão total ou parcial de APPs somente seria admitida quando necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, sem prejuízo do licenciamento ambiental a ser procedido pelo órgão ambiental competente. Portanto, a sociedade já tinha o conhecimento de todas as limitações e proibições impostas pela legislação ambiental. Quem desmatou ilegalmente após essa data sabia que estava agindo de forma contrária à legislação vigente (TAGLIALEGNA, 2011).

Mesmo diante da ilegalidade do desmatamento constando em lei desde 1998, o Novo Código Florestal de 2012 define para efeitos legais que, as áreas desmatadas ilegalmente data a partir do dia 22 de julho de 2008. Anterior a esta data, a área de imóvel rural com ocupação antrópica, edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris são consideradas área rural consolidada, que também gerou muita polêmica, uma vez que a maioria dessas atividades se concentram em áreas de preservação permanente.

Diante da dinâmica de mudança de uso da terra, somando-se às alterações sofridas recentemente na legislação ambiental, o mapeamento e o monitoramento da superfície terrestre a partir de sensores remotos são de grande importância. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizados na obtenção de dados espaciais e temporais, tanto em nível regional, quanto municipal (CATELANI; BATISTA, 2007). Tais tecnologias incluem técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas que permitem a espacialização, bem como, uma melhor visualização, análise e interpretação dos dados levantados (SARAIVA et al., 2010).

Considerada como uma ferramenta importante para reduzir, significativamente, as deficiências relativas à aplicação da legislação, no instante em que viabiliza a integração de informações cartográficas e tabulares, permite estabelecer uma relação de causa e efeito através da análise ambiental (REIS, et al., 2009) e auxilia principalmente, na investigação da adequação do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente (AULICINO et al., 2000). O sensoriamento remoto, em nível orbital, aliado às técnicas de geoprocessamento permite vários tipos de tratamentos de dados da superfície terrestre e a obtenção de resultados em diferentes escalas, que permite a identificação do uso da terra e auxilia no monitoramento e fiscalização do desflorestamento (REIS, et al., 2009).

A escala de base cartográfica mais utilizada para a maioria dos municípios da Amazônia é 1:100.000. Entretanto, nesta escala não é possível definir em detalhes a malha viária, hidrográfica, o uso e cobertura da terra e outras feições geográficas do município, que são fundamentais para a definição das Áreas de Preservação Permanente – APPs. Sem contar com “os vazios cartográficos”, no qual, cerca de 35% da região Amazônica não possui informação geográfica (DSG, 2012). Para poder gerar uma base de dados com maior precisão, a base de informação precisa estar numa escala capaz de detectar pequenos desmatamentos (<1

hectare) que, geralmente, são em áreas de assentamentos e de invasão, não são detectados na escala 1:100.000 (SOUZA Jr. et al., 2013). Para resolver este problema, tem sido utilizada imagens de satélite com diferentes resoluções espaciais e espectrais de acordo com suas aplicações (GURGEL et al., 2011). Neste contexto, as imagens de alta resolução (entre 0,50 cm a 5m) geralmente são utilizadas no mapeamento do uso e cobertura da terra para o planejamento urbano, no cadastramento rural e no mapeamento ambiental, uma vez que permitem maior detalhamento das feições detectadas. Deste modo, isto possibilita a detecção de atividades lesivas ao meio ambiente, a distribuição espacial dos tipos de mudanças, o monitoramento e a definição de estratégias de conservação e elaboração de uma representação cartográfica que auxilie na atuação da fiscalização.

Com o objetivo de controlar e reduzir o desmatamento ilegal na Amazônia, foram criados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), programas por monitoramento de satélite, o PRODES e o DETER. No caso do PRODES, o mesmo se refere a um sistema de detecção de desmatamento, no qual é possível calcular as taxas anuais de desmatamento na Amazônia, com estimativa de área desmatada. Este sistema é utilizado em ações de longo prazo para a ação da fiscalização. Desde 1988 no formato analógico e a partir de 2002 o mesmo passou a ser realizado por análises de imagens digitais utilizando imagens de satélite do sensor Landsat com 20 a 30 metros de resolução espacial.

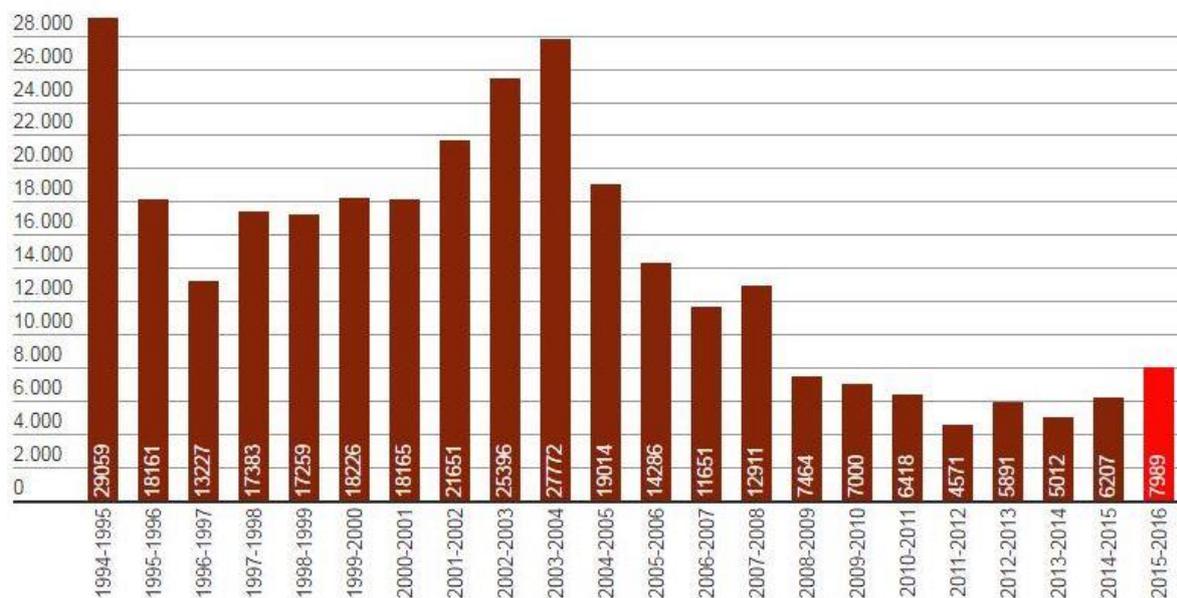
Por sua vez, o DETER é um sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real, que desde 2004 funciona como um sistema de alerta, para dar suporte à fiscalização e controle de desmatamento e da degradação florestal ilegais na Amazônia Legal (INPE, 2012). Desde a sua criação este sistema se tornou uma ferramenta importante para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), o qual passou a receber mapas contendo alertas de desmatamento atualizados a cada 15 dias (DINIZ, et al, 2013).

As feições mapeadas pelo DETER referem-se ao corte raso, a degradação e a cicatrizes de incêndios florestais. O satélite utilizado do sensor MODIS, possui resolução espacial de 250 m. Esta resolução só permite uma detecção de alterações florestais em área maior que 25 ha. Porém, a baixa resolução do sensor é compensada pela capacidade de observação diária, o que torna o sistema ideal na emissão dos alertas aos órgãos de fiscalização (INPE, 2012).

A partir de 2004, como consta na série histórica do PRODES para a Amazônia Legal (Figura 4), uma queda no desmatamento até o ano de 2007, tendo um aumento em 2008 e uma redução até o ano de 2012. Porém entre 2014 e 2015 houve um acréscimo de desmatamento de 24% comparado entre os anos de 2013 e 2014, quando foram derrubados 5 mil km<sup>2</sup> de floresta. Já entre agosto de 2015 e julho de 2016, detectou-se a derrubada de quase 8 mil km<sup>2</sup> de florestas, um aumento de cerca de 30% em relação a 2013 e 2014 (PRODES, 2016; ISA, 2016).

Ressalta-se desta forma a importância das imagens de satélite como ferramenta importante no combate ao desmatamento ilegal.

Figura 4: Taxa de desmatamento anual na Amazônia Legal entre 1994 a 2016



Fonte: ISA<sup>4</sup>

Nessa perspectiva, o objetivo deste capítulo é identificar e quantificar os diferentes tipos de uso da terra, mapear a rede hidrográfica, as APP e as áreas de uso indevido em APPs, visando subsidiar políticas públicas na gestão ambiental e no desenvolvimento sustentável para o município de Tailândia.

## 3.2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.2.1 Imagem RapidEye

Para mapear o município foram utilizadas 16 cenas de imagens de satélite RapidEye para o ano de 2012, adquiridos e cedidos pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA que já vem pré-processada e ortorretificada.

O satélite RapidEye é formado por uma constelação de cinco microssatélites multiespectrais, idênticos e posicionados em órbita síncrona com o sol, com igual espaçamento entre cada satélite. Essa configuração permite uma maior eficiência relacionados à repetitividade de coleta e a exatidão das informações geradas sobre a superfície terrestre, efetuando 15 voltas por dia em torno do planeta. Os seus sensores podem coletar imagens da superfície terrestre ao longo de uma faixa de 77 km de largura por até 1500 km de extensão (BLACKBRIDGE, 2015).

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/desmatamento-na-amazonia-continuara-alto-neste-ano-diz-governo>>. Acesso em 17 jan. 2017

O grande diferencial oferecido pela RapidEye é a capacidade de produzir um conjunto de imagens de qualquer ponto da Terra em pouco tempo, sendo possível imagear mais de 4 milhões de km<sup>2</sup> diariamente, pois a sua capacidade de revisita é de 24 horas para o mesmo local, enquanto que outros sistemas de satélite possuem a capacidade de revisita que variam entre 15 a 30 dias, por serem um sistema único de satélite. Este diferencial faz com o RapidEye seja utilizado principalmente em monitoramento na dinâmica do uso da terra que necessita de uma atualização de dados mais rápida. A imagem possui 5 m de resolução espacial, ou seja, cada pixel da imagem representa uma área no terreno de 0,0025 ha, com precisão de detalhes compatível na escala 1:25.000, e possui 5 bandas espectrais: azul (440 – 510 nm), verde (520 – 590 nm), vermelho (630 – 685 nm), red-edge (690 – 730 nm), específica para o monitoramento da atividade fotossintética da vegetação, e o infravermelho próximo (760 – 850 nm), (BLACKBRIDGE, 2015).

As principais aplicações dos produtos gerados pela RapidEye são nas áreas de meio ambiente, agricultura, planejamento urbano, empresas de energia e órgãos governamentais. Na imagem RapidEye as alterações na vegetação podem ser facilmente identificadas, bem como as áreas afetadas por desastres ambientais, e ainda permite a previsão de colheitas, auxilia nas inspeções ambientais e na produção de mapas atualizados em qualquer parte da superfície terrestre (BLACKBRIDGE, 2015).

São diversas as aplicações da RapidEye, justamente por conta da sua resolução espacial e principalmente da sua capacidade de revisita de 24 horas, o que permite atualizações de dados importantes em áreas de difícil cobertura, como por exemplo, para os biomas da Amazônia e Cerrado, devido a intensa cobertura de nuvens na época de chuva, o que dificulta o monitoramento do desmatamento por imagem de satélite.

Considerando que a maioria dos satélites utilizados no monitoramento da Amazônia possuem temporalidade entre 15 a 25 dias, ou seja, por mês, teria no máximo duas imagens para uma determinada área da superfície terrestre, isso quando a imagem não vem toda coberta por nuvens.

Portanto, o RapidEye torna-se uma ferramenta importante na obtenção de dados referentes a questão ambiental, no gerenciamento de recursos naturais, entre outros, mas o principal, com a capacidade de fornecer informações precisas e diária de qualquer ponto da superfície terrestre.

### **3.2.2 Imagem Spot**

Foram também utilizadas 8 cenas da imagem de satélite Spot 5, cedidos pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS-PA) para o ano de 2008, no qual possui alta resolução espacial de 2,5 m, compatível com a RapidEye e larga faixa de recobrimento de 60 km.

A imagem Spot 5 foi utilizada na identificação de alteração de uso da terra entre os anos de 2008 e 2012, lembrando que o ano de 2008 é o marco legal no que diz respeito ao desmatamento ilegal. Não foi feito a vetorização dos dados da Spot 5, mas sim, uma sobreposição da Spot 5 com as

feições de uso e cobertura da terra extraídas da RapidEye (2012), para poder identificar, principalmente, as feições e/ou áreas de floresta nativa convertidas em plantio de dendê.

### **3.2.3 Extração dos dados vetoriais da imagem de satélite**

Existem duas formas de se extrair as informações de uma imagem de satélite. A primeira é por meio de técnicas de classificação automática, através de algoritmos especializados, visando sobretudo, o mapeamento de uso e ocupação do solo com diferentes características espectrais (AMARAL, et al., 2009). A segunda forma é o mapeamento e classificação manual da imagem de satélite feito por um especialista, que interpreta a imagem levando em consideração os dados obtidos através da pesquisa de campo e do contexto histórico. Porém as propriedades básicas da imagem de satélite, tais como: diferenças de textura, cor, forma, tamanho, densidade, estrutura e relações de contexto das imagens são os que permitem identificar os mais diversos tipos de uso (SOUZA et al., 2011; GURGEL et al., 2013).

Apesar do método automático de classificação otimizar e agilizar o tempo no processamento da imagem, porém modelar textura e estrutura é um desafio para os algoritmos de classificação, pois um algoritmo de classificação pode confundir uma classe de vegetação vigorosa de mata de galeria de uma vegetação também vigorosa de um reflorestamento, já que ambas são espectralmente similares (MENESES; SANO, 2012), da mesma forma que pode classificar áreas de vegetação rala ou desmatada com padrões de área urbana, ou as áreas de vegetação em outras categorias (como sombra ou água) (GONÇALVES et al., 2008), ou seja, os resultados deste método demandam um longo tempo de edição após as classificações obtidas (VASCONCELOS; NOVO, 2004). Portanto neste trabalho optou-se pelo mapeamento e classificação manual dos alvos devido a precisão com que os dados podem ser gerados.

Após o mapeamento em tela foi feita a correção topológica dos polígonos gerados e a classificação dos mesmos. As classes utilizadas foram a do nível II segundo o manual técnico de uso da terra do IBGE (2013) e estão descritas no quadro 1 com algumas adaptações.

Quadro 1: Classes utilizadas no mapeamento de uso e cobertura da terra no município de Tailândia - PA

Nível I Classe	Nível II Unidades	Descrição da classe
Áreas antrópicas não agrícolas	Áreas Urbanizadas	Áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e as áreas urbanas isoladas;
Áreas antrópicas agrícolas	Culturas permanente (dendê)	Terra utilizada para produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio, inclui todas as terras cultivadas. Cultivo de plantas perenes, de ciclo vegetativo de longa duração
	Pastagens	Área destinada ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais;
	Culturas temporária	É o cultivo de plantas de curta ou média duração, com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixam o terreno disponível para novo plantio.
	Uso não identificado	
Área de vegetação natural	Área florestal	Compreende um conjunto de estruturas florestais e campestres, abrangendo desde florestas e campos originais (primários) e alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios sucessionais de desenvolvimento, distribuídos por diferentes ambientes e situações geográficas;
	Extrativismo vegetal em área florestal (madeira)	Exploração dos recursos vegetais nativos, através da coleta, ou apanha de produtos, que permite a produção sustentada, ou de modo primitivo e itinerante.
Área de vegetação alterada	Vegetação alterada*	Áreas onde há existência da vegetação, mas com alterações na sua textura e cor, são características que a difere da área de vegetação natural;
Águas continentais	Reservatórios artificiais	Represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controles de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica;
	Corpos d'água	Corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais com: rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, etc.

Fonte: IBGE (2013). (\*adaptado pela autora).

A classe de vegetação alterada não faz parte do manual técnico de uso da terra do IBGE. A área de vegetação alterada, como foi explicado em sua classe, percebe-se uma alteração de textura na vegetação, no qual é possível observar que parte da floresta está sendo retirada, mantendo parte das

copas das árvores, mas já não é uma floresta densa e fechada se comparada com as feições de área de vegetação natural, são nessas áreas que foram mapeadas as feições de extração de madeira.

Os corpos d'água do município foram mapeados manualmente, extraídos da imagem de satélite RapidEye, porém em imagem de satélite, principalmente em se tratando de florestas tropicais como o da Amazônia, nem sempre eles são visíveis, pois geralmente estão protegidos pelas copas das árvores. Os corpos d'água que são visíveis podem ser identificados pela diferença de textura na vegetação, já os corpos d'água desprotegidos deixam marcas bem visíveis no solo.

Para visualizar os corpos d'água de difícil identificação, foi feita a extração das drenagens a partir dos dados da Shuttle Radar Topography Mission - SRTM, que é um modelo numérico de terreno que representa o relevo em três dimensões espaciais: latitude, longitude e altitude (x,y,z) (CARVALHO; BAYER, 2008). A SRTM foi obtida a partir de uma missão espacial com o objetivo de obter um modelo digital do terreno da zona da Terra entre os paralelos 56° S e 60° N, de modo a gerar uma base completa de cartas topográficas digitais terrestres, coordenada pela National Aero Aeronautics and Space Administration – NASA (RABUS, et al.,2003)

A resolução espacial utilizada da SRTM neste trabalho foi de 30 m. A partir desse modelo digital é possível obter dados topográficos e de drenagem, no qual foram gerados utilizando a ferramenta Hydrology do ArcGis 10.0.

As drenagens geradas a partir da SRTM foram sobrepostas aos cursos d'água extraídos manualmente por meio da digitalização dos dados vetoriais da imagem de satélite RapidEye.

Diversos trabalhos justificam a qualidade dos produtos gerados pela SRTM, como Dias et al. (2004), Martins et al. (2007); Oliveira et al. (2010), Valeriano e Abdon (2007), Alves Sobrinho et al. (2010), Santos et al. (2006), Barros e Cruz (2007) e Souza e Almeida (2014), no qual todos apresentam resultados compatíveis e de melhor detalhamento em relação aos da base de dados que foram utilizados para comparação, ou apresentaram menores índices de erro quando comparado com os dados de campo. Sendo desta forma possível gerar dados de bacias e drenagens de boa qualidade como foram constatados nos trabalhos citados.

### **3.2.4 Identificação e mapeamento das APPs**

Em Tailândia foram identificados as APPs para os corpos d'água e suas respectivas nascentes e reservatórios artificiais. Os vetores de corpos d'água foram convertidos em polígonose e separados de acordo com a sua largura. No processo seguinte foram gerados as faixas de APPs nas margens dos cursos d'água de acordo com a largura dos mesmos segundo o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

A maioria dos corpos d'água do município (82 %) possuem largura de até 10 m (APP de 30 m). Alguns trechos (7 %) estão entre 10 a 50 m e largura (APP de 50 m), e os mais largos (11 %)

entre 50 a 200 m de largura (APP de 100 m). Neste processo foi feito um buffer para cada tipo de faixa de APP das drenagens. Já para as nascentes a faixa de proteção ao redor das mesmas é de 50 m, a partir do ponto central.

Para as APPs de reservatórios artificiais foi mantido o que determina a Resolução CONAMA nº 302 de 20 de março de 2002, da mesma forma que foi feito em Martins et al. (2013) para o município de Paragominas. Mesmo com a sua revogação pelo novo Código Florestal, pois este determina que as faixas de APPs para reservatórios artificiais seja instituído pelo órgão ambiental no ato da licença. Como os reservatórios artificiais mapeados são anteriores ao ano de 2012, ano do Novo Código Florestal, então foi mantido a lei anterior. Pois uma lei nova não poderá retroagir para prejudicar e reduzir os direitos ambientais adquiridos sem as necessárias compensações ambientais (AGU, 2013).

Portanto para gerar as Apps dos reservatórios artificiais a Resolução CONAMA 302/2002, determina quinze metros para reservatórios de até vinte hectares em área rural e cem metros de faixa de proteção para reservatórios consolidados em áreas rurais acima de vinte hectares. As barragens foram separadas pelo tamanho de suas áreas para poder gerar as suas respectivas APPs.

Após gerar todas as APPs, elas foram processadas para um mesmo arquivo para se obter a área total das APPs. A identificação das áreas de uso indevido foi feita a partir do cruzamento (intersect) dos dados de uso e cobertura da terra com as APPs, sendo assim, possível delimitar as áreas de uso indevido, bem como a sua distribuição espacial no município e quais atividades são encontradas nas APPs.

### **3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1 Extração dos dados vetoriais da imagem de satélite**

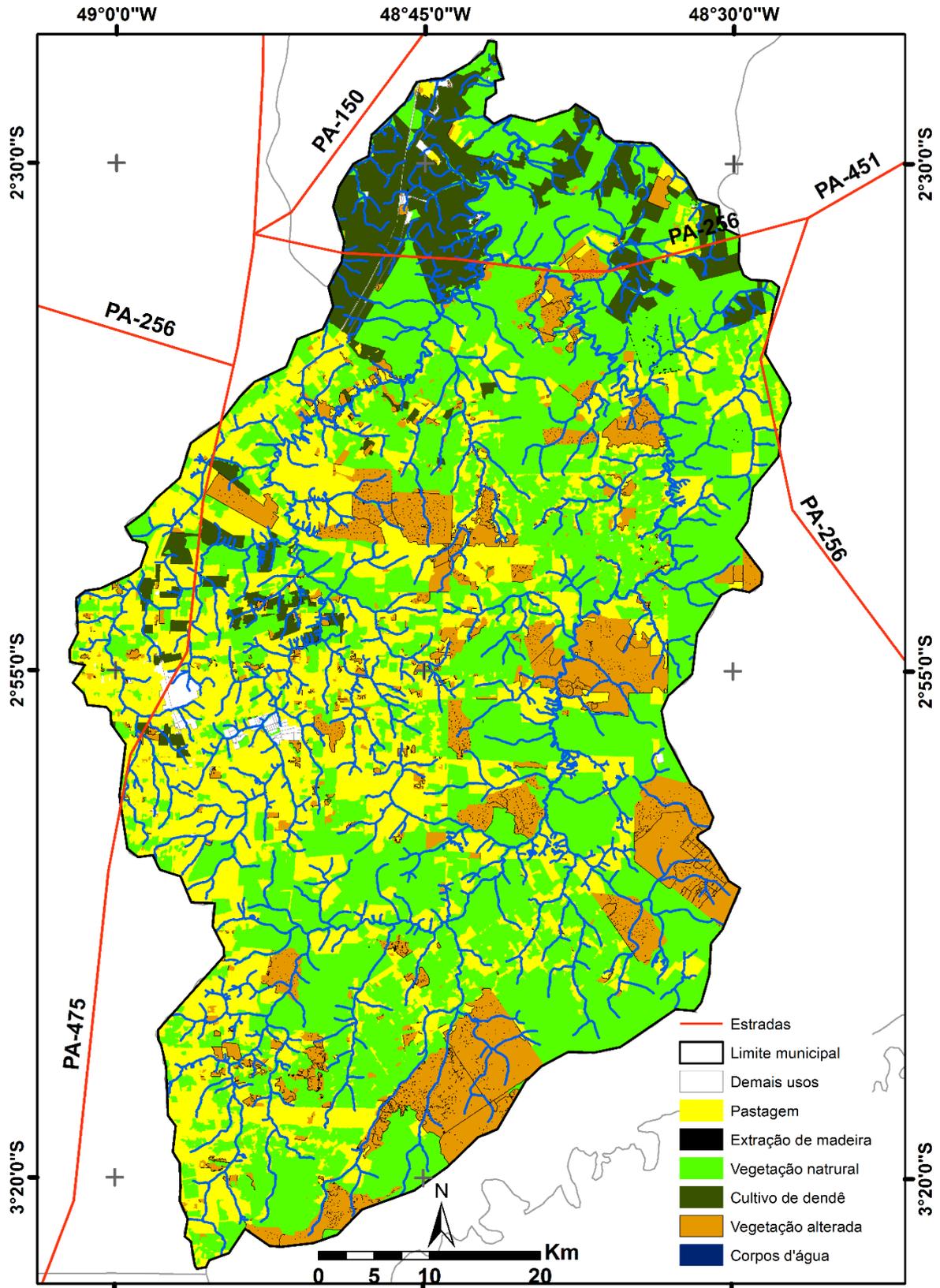
O mapa de uso e cobertura da terra do município de Tailândia, elaborado a partir da interpretação visual das imagens RapidEye do ano de 2012 é apresentado na Figura 5, onde podem ser visualizadas dez classes de usos e coberturas da terra. As classes de áreas urbanizadas, culturas temporárias, corpo d'água e uso não identificado, juntos totalizam menos de 1% da área do município. Desta forma, eles foram agrupados em uma única classe chamada de demais usos.

O mapa de uso e cobertura da Terra do município de Tailândia demonstra que a maior parte das principais atividades antrópicas estão concentradas na porção central do município, margeando a principal rodovia do município, a PA-256, que intercepta a PA-150, uma das mais importantes rodovias do estado do Pará, que liga o nordeste paraense ao sudeste do estado.

As estradas são uma das principais causas do aumento do desmatamento na Amazônia (FERREIRA et al., 2005), sendo que o desmatamento, tem normalmente, padrões exponenciais, ou seja, de grande proporção próximo às estradas (FERREIRA et al., 2001). Segundo Nepstad et al.

(2001), três quartos dos desmatamentos entre 1978 e 1994 ocorreram dentro de uma faixa de 100 km de largura ao longo das rodovias BR 010 (Belém-Brasília), BR 364 (Cuiabá-Porto Velho) e PA 150

Figura 5: Uso e cobertura da terra para o ano de 2012.



Fonte: Elaborada pela autora (2015)

Observa-se que dos 4.430 km<sup>2</sup> do município, 47% é ocupado por vegetação natural, 30% por pastagem, 14,6% por vegetação alterada, 7,2% por oleaginosa permanente (dendê), 1% pelos demais usos, 0,14% pela extração de madeira e 0,11% pelos reservatórios artificiais (Tabela 2). Deste modo, ao todo, as áreas com algum tipo de uso da terra totalizaram 53% do território municipal.

Tabela 2: Uso e cobertura da terra do município de Tailândia -PA para o ano de 2012.

<b>Classe de uso</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área de uso (%)</b>
Pastagem	1.328,86	30,00
Vegetação Alterada	646,28	14,59
Oleaginosa permanente (dendê)	317,39	7,16
Demais usos	43,00	0,97
Extração de madeira	6,00	0,14
Reservatórios artificiais	5,11	0,11
<b>Total área de uso</b>	<b>2.344,70</b>	<b>52,97</b>
Vegetação florestal	2.083,36	47,03
<b>Área total município</b>	<b>4.430 km<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborada pela autora

A pastagem é a atividade que possui maior área de uso, 1.328,86 km<sup>2</sup> (30%) da área do município. Diversos trabalhos como o desenvolvido por Watrin et al., (2007) em Paragominas, por Barbosa Júnior (2012) no município de Bonito, por Almeida e Vieira (2014) em Moju e Adami et al. (2015) no estado do Pará, constaram o processo de pecuarização na Amazônia. Fearnside (2001) estima que 80% das áreas desflorestadas na Amazônia estão ocupadas por pastagens ou constituídas de vegetação secundária oriunda de áreas de pastagens degradadas e/ou abandonadas.

No município de Tailândia, a vegetação natural ocupa 2.083,36 km<sup>2</sup> (47%) está concentrada no seu interior e aos poucos vem perdendo espaço para a extração de madeira, que registrou somente 0,1% da área do município. É importante salientar que de um total de 4.319 polígonos mapeados para a extração de madeira, que possuem área média de 0,14 hectares, que são de difícil detecção em satélites de menor resolução espacial. Neste caso percebe-se a importância de utilizar imagens de satélites de alta resolução como o RapidEye, que possibilita a visualização de áreas principalmente menor que 1 hectare para uma fiscalização mais efetiva a nível local, detectando desta forma pequenos desmatamentos.

Além dos polígonos de extração de madeira, também foi possível identificar as trilhas abertas para o arraste da madeira, geralmente localizadas nos polígonos da vegetação alterada e próximas aos cursos d'água para facilitar o escoamento da madeira extraída.

A vegetação alterada ocupa uma área de 646,28 km<sup>2</sup> (14,59 %) do município de Tailândia, utilizadas para a extração de madeira, porém, parte da floresta é mantida em pé. Visualmente

correspondem a padrões de manejo de floresta, entretanto, somente com a ida à campo será possível confirmar qual o real uso dessas áreas.

As feições de área agrícola, área urbanizada e uso indefinido possuem pequenas porcentagens que somados totalizam 1% da área do município, sendo desta forma, agrupados na classe demais usos, uma vez que o município de Tailândia é praticamente ocupado por atividades rurais, tendo como base econômica a exploração da madeira.

Com relação aos reservatórios artificiais de corpos d'água, foram mapeados 93 polígonos desta atividade, ocupando uma área total de 5,11 km<sup>2</sup>, de diversos tamanhos e todos localizados em áreas de pastagem. Os mesmos são utilizados, em sua maioria, para a manutenção do gado ou para o abastecimento da propriedade. Os reservatórios possuem área média de 5,5 ha, sendo que o maior reservatório possui uma área de 192,93 ha e o menor uma área de 0,03 hectares.

As áreas mapeadas do plantio de dendê, principalmente na porção noroeste do município, são áreas consolidadas da cultura com cerca de 30 anos de cultivo (AGROPALMA, 2014). Segundo Homma e Vieira (2012), o quadrilátero que apresenta como extremos as cidades de Santo Antônio do Tauá e Igrapé-Açu na parte superior e Paragominas e Tailândia na parte inferior, terá contínuas manchas em monocultura de dendezeiros, que substituirão as atuais manchas de pastagens e de roças abandonadas.

No município de Tailândia foi possível detectar a partir dos dados de uso e cobertura da terra e a sobreposição da imagem SPOT 5 de 2008 sobre a Rapid Eye 2012, a conversão de áreas de pastagem para o plantio dendê. Desde o ano de 2008 até 2012 cerca de 31 hectares de pastagem foram convertidos em áreas plantadas de dendê, ocupando no total 317,39 km<sup>2</sup> (7,2%) do município. Não houve abertura de novas áreas de floresta para o cultivo do dendê nesse período.

Esta conversão de pastagens para o plantio de dendê se deve ao fato de ser uma cultura valorizada no mercado nacional e internacional, pois o seu produto é muito utilizado nas indústrias alimentícias em todo mundo, além de se valorizar como possível biocombustível e com a possibilidade de participar do mercado do sequestro de carbono por constituir uma cobertura florestal. Além de ser uma cultura rentável, também possui baixo custo de produção se comparada com a soja. Sua produção de óleo por hectare é dez vezes maior que o da soja. O dendê leva 3 anos para começar a produzir em torno de seis a oito toneladas/ha, atinge seu auge produtivo no oitavo ano com 25 toneladas/ha permanecendo com esta produção até o 17º ano. Sua vida útil é de 25 anos. (BECKER, 2010).

Entretanto, como toda monocultura, o dendê possui os seus riscos, como as pragas e doenças que podem dizimar toda uma produção, o amarelecimento fatal (AF) é o principal problema fitossanitário deste cultivo, no qual não se sabe a causa específica da doença, além dos riscos associados a impactos socioambientais da lavoura do dendê (LIMA, 2011). A redução dos riscos ambientais vai depender do cumprimento à legislação pertinente quanto à manutenção e recuperação de RLs e APPs, do não desmatamento de novas áreas e do aparecimento de pragas e doenças (HOMMA; VIEIRA, 2012).

### 3.3.2 Identificação e mapeamento das APPs

O mapa de uso indevido em APPs no município de Tailândia, elaborado a partir dos dados de uso e cobertura da terra através da interpretação visual das imagens RapidEye do ano de 2012 é apresentado na figura 5.

As APPs em Tailândia ocupam uma área total de 184,95 km<sup>2</sup> que corresponde a 4,13 % da área total do município (Tabela 3). O uso indevido em APPs estão concentrados na porção central do município, onde estão localizadas a maioria das áreas de pastagem. A principal atividade infratora responsável pela maior porcentagem de uso em APPs é a pastagem com 26,65%, seguida pela vegetação alterada (12,64%), em terceiro pelo plantio de dendê (4,29%), e em quarto os reservatórios artificiais (2,79%).

Tabela 3: Uso indevido em APPs para o ano de 2012

Classe de uso	Área (km <sup>2</sup> )	Uso em Apps (%)
Pastagem	48,75	26,65
Veg. alterada	23,12	12,64
Dendê	7,85	4,29
Reservatórios artificiais	5,11	2,79
Demais usos	1,15	0,63
Extração de madeira	0,22	0,12
Área total de uso indevido em APPs	86,20	47,12
<b>Área total de APP</b>	<b>184,95</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado pela autora

Considerando a área total das APPs, observa-se na Tabela 3 que quase 50% estão sendo ocupadas por algum tipo de atividade antrópica. No município de Tailândia é possível observar que a ocupação indevida em APPs se dá praticamente na maioria das ramificações dos corpos d'água.

Em Tailândia, observando o mapa de uso indevido em APPs (Figura 6), é possível perceber o quanto os cursos d'água estão comprometidos pela pastagem sem a proteção mínima da mata protetora exigida por lei.

A ocupação das APPs por pastagem causa sérias degradações ao ambiente, devido aos danos provocados nas margens dos cursos d'água por conta do pisoteio do gado em busca de água e a contaminação da água pelas fezes. Portanto, alterações na mata ciliar podem causar assoreamento dos rios, pois sem a proteção da mata o curso d'água está sujeito à erosão e ao acúmulo de matéria orgânica e conseqüentemente, ocorre a redução da lâmina d'água afetando, principalmente, a complexidade estrutural destes ecossistemas, reduzindo o número e as características estruturais das drenagens (ALMEIDA; VIEIRA, 2014).

O avanço da ocupação indevida em APPs, acontece mesmo após entrar em vigor as leis que tratam da regularização ambiental. Este fato também foi constatado por Almeida e Vieira (2014) no

município de Moju. Segundo as autoras é um fator preocupante, já que o Novo Código Florestal não garante a recuperação destas áreas, favorecendo não apenas o processo erosivo, mas também afetando o escoamento subsuperficial das águas.

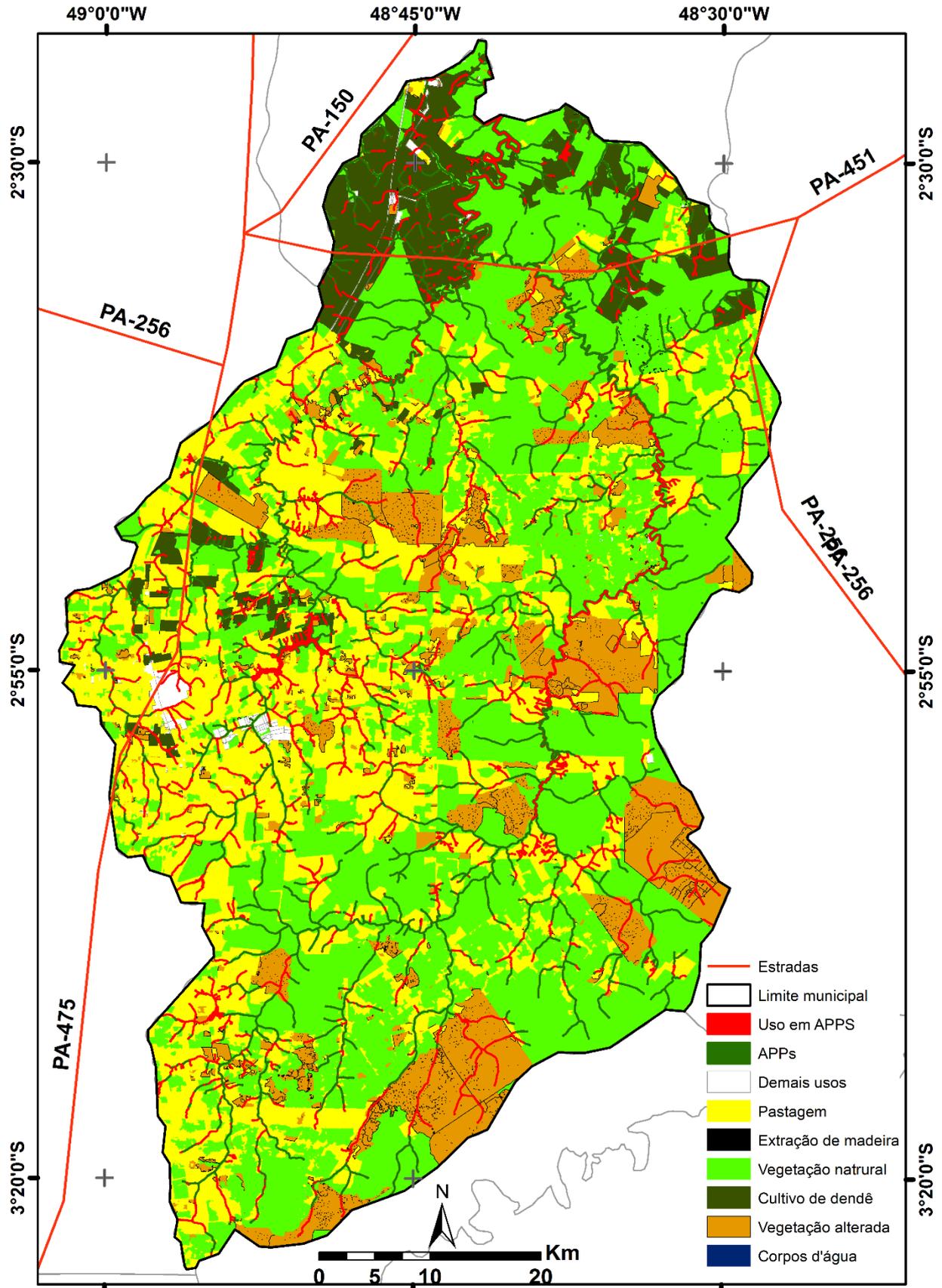
Na Tabela 3 verifica-se que a vegetação alterada ocupa uma área significativa das APPs, ocupando uma área de 23,12 km<sup>2</sup> correspondendo a 12,64% da área de APPs. Estas, porém, possuem uma vegetação secundária que poderia exercer um papel importante na recomposição de APPs, desde que se isoladas de distúrbios (ALMEIDA; VIEIRA, 2014).

O plantio de dendê, que ocupa uma área de 7,85 km<sup>2</sup>, ou seja, 4,29% das áreas de APPs. Isto é preocupante, considerando o avanço desta atividade devido a sua valorização comercial. É uma cultura que havia sido considerada por muito tempo, como econômica e ambientalmente benéfica (HOMMA et al., 2000). Porém, o plantio de extensas áreas de uma mesma cultura não contribui para a conservação da biodiversidade (LEES; VIEIRA, 2013). Segundo Homma e Vieira (2012), o aumento de área plantada de dendê poderá resultar em alterações no ecossistema da região sendo, desta forma, necessário um maior controle no polo de produção do biodiesel, evitando assim a expansão do dendezeiro em APPs.

Em Tailândia, 82% dos corpos d'água possuem largura de até 10 m (APPs de 30 m), 7% estão entre 10 a 50 m (APP de 50 m) e 11% estão entre 50 a 200 m (APP de 100 m). Neste aspecto, consideração que 47,12% das APPs estão sendo ocupadas por algum tipo de atividade irregular, portanto a maioria dos corpos d'água afetados pelo uso antrópico são os de pequeno porte que são mais susceptíveis aos processos de assoreamento.

O uso indevido ao longo das APPs geralmente resulta na retirada da mata ciliar, causando o assoreamento dos rios e conseqüentemente a redução do fluxo do volume d'água, causando grandes prejuízos sócios-ambientais.

Figura 6: Mapa de uso indevido em APPs



Fonte. Elaborado pela autora (2015)

Outro fator importante é que não há APPs em torno dos reservatórios artificiais de corpos d'água mapeados em Tailândia como determina o Código Florestal. Como todos os reservatórios já existiam antes do Novo Código Florestal de 2012, deveria ter APPs ao redor dos mesmos, uma informação de difícil acesso, se refere aos reservatórios artificiais possuem que, possuem o licenciamento ambiental como determina a lei.

Com relação às atividades nas APPs, o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) autoriza a continuidade das mesmas, desde que por utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental consolidadas até 22 de julho de 2008. Dentre estas atividades estão a agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural. Além disto, o Novo Código Florestal institui regras específicas para a recomposição dessas áreas e prevê a recomposição escalonada da vegetação nativa, estabelecendo o tamanho da propriedade segundo o módulo fiscal, como critério para a determinação das faixas de recomposição do curso d'água (ALMEIDA; VIEIRA, 2014). Em uma propriedade, por exemplo, com até um módulo fiscal será obrigado a recompor somente 5 metros de faixa de APPs nas margens, independente da largura do curso d'água. Porém, esta consolidação de atividades rurais até 2008 não justifica, pois desde 2001 o desmate dessas áreas para uso alternativo do solo já estava proibido (SBPC; ABC, 2012).

Dentre as atividades, a pastagem acaba sendo a maior infratora de uso indevido em APPs devido a sua característica de uso de forma extensa para o pastoreio do gado. Como dito anteriormente, é a atividade que predomina no cenário Amazônico.

### **3.4 CONCLUSÃO**

A principal forma de uso da terra no município de Tailândia refere-se à pastagem, ocupando 30% da área total, seguida pela vegetação alterada com 14,6% de ocupação, 7,2% por oleaginosas permanente (dendê), 1% pelos demais usos, 0,14% pela extração de madeira e 0,11% pelos reservatórios artificiais, ou seja, 53% da área do município é ocupado por algum tipo de atividade antrópica.

As APPs possuem área total de 185 km<sup>2</sup> e representam 4,13% da área total do município de Tailândia, sendo que 47% da área total das APPs possui ocupação por atividade antrópica. A atividade classificada como pastagem ocupa 26,65% das áreas de APPs, a vegetação alterada com 12,64%, o cultivo de oleaginosa permanente (dendê), com 4,29%, os reservatórios artificiais com 2,79% e a extração de madeira com 0,12%.

Assim, com base na legislação ambiental vigente a maior parte das APPs é usada de forma irregular, porém, vale ressaltar a questão do uso consolidado em APPs, que cabe ao órgão fiscalizador competente licenciar os produtores que atendem a este pré-requisito. Faz-se necessário a regularização das atuais formas de uso e ocupação da terra para um manejo sustentável dos recursos naturais. Espera-se que este estudo em ambiente SIG, possa nortear outras formas de aplicação.

## REFERÊNCIAS

ADAMI, M., GOMES, A. R., COUTINHO, A. C., ESQUERDO, J. C. D. M., VENTURIERI, A. Dinâmica do uso e cobertura da terra no estado do Pará entre os anos de 2008 a 2012. In. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17, 2015, João Pessoa. *Anais...João Pessoa*, INPE, 2015. p. 7028-7035. Disponível

em <<http://www.ppgca.ufpa.br/arquivos/repositorio/TEXTODOWN/Din%C3%A2mica%20do%20uso%20e%20cobertura%20da%20terra%20no%20estado%20do%20Par%C3%A1.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

AGROPALMA. *História*. Disponível em: <<http://www.agropalma.com.br/historia.asp>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

AGU - ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO. Nota Técnica N° 01/2013/PFE/INCRA/PGF/AGU. Novo Código Florestal-Lei nº 12.651/2012. *Implicações sobre atuação do Incra*. Análise Jurídica. Orientações Gerais, 2013.

ALARCON, G.G., AYANU, Y., FANTINI, A.C., FARLEY, J., SCHMITT FILHO, A., KOELLNER, T. 2015. Weakening the Brazilian legislation for forest conservation has severe impacts for ecosystem services in the Atlantic Southern Forest. *Land Use Policy*, v. 47, p. 1-11, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.03.011>

ALMEIDA, A. S. de; VIEIRA, I. C. G. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no estado do Pará. *Ambiente & Água*, v. 9, n. 3, Taubaté, 2014. doi: 10.4136/ambi-agua.1410.

ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. *Engenharia Agrícola*, 30(1), p. 46-57, 2010. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010069162010000100005&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162010000100005&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em 07 ago. 2015.

AMARAL, M. V. F.; SOUZA, A. L. de; SOARES, V. P.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; MARTINS, S. V; FERNANDES FILHO, E. I.; LANA, J. M. de. Avaliação e comparação de métodos de classificação de imagens de satélite para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. *Revista Árvore*, v. 33, n. 3, p. 575-582, 2009.

AULICINO, L. C. M.; RUDORFF, B. F. T.; MOREIRA, M. A.; MEDEIROS, J. S.; SIMI JÚNIOR, R. Subsídios para o manejo sustentável da bacia hidrográfica do rio Una através do uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 9, 2000, Puerto Iguazu. Anais... Lujan: SELPER, p. 899- 908, 2000.

BARBER, C.P.; COCHRANE M. A.; SOUZA JÚNIOR, C. M.; LAURANCE, W. F. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, v. 177, p. 203-209, 2014. doi: 10.1016/j.biocon.2014.07.004

BARBOSA JÚNIOR, J. S. *Análise de áreas de preservação permanente, através de geoprocessamento e sensoriamento remoto no município de Bonito – Pará*. 2012. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Geografia e Cartografia – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

BARROS, R. S.; CRUZ, C. B. M. Avaliação da altimetria do modelo digital de elevação do SRTM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. *Anais...Florianópolis: INPE*, 2007. p. 1243-1250. 2007. <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.13.17/doc/1243-1250.pdf>> Acesso em: 10 jan.2016.

BECKER, B.K. Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)? *Confins*, Marseille, n.10, 2010. Disponível em <<http://confins.revues.org/6609#text>> Acesso em 09 abr. 2013.

BLACKBRIDGE. *RapidEye, Satellite Imagery Product Specifications*. 2015. Disponível em: <[http://blackbridge.com/rapideye/upload/RE\\_Product\\_Specifications\\_ENG.pdf](http://blackbridge.com/rapideye/upload/RE_Product_Specifications_ENG.pdf)>. Acesso em: 06 jul. 2015.

BRASIL. *Código Florestal* 4.771, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2014.

BRASIL. *Código Florestal* 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Brasília, DF, 13 maio. 2002. Seção 1, p. 68.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Brasília, DF, 13 maio. 2002. Seção 1, p. 67-68.

CARVALHO, T. M.; BAYER, M. Utilização dos produtos da “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) no mapeamento geomorfológico do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 9, p. 35-42, 2008.

CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Santo Antônio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007.

DIAS, L. S. de O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A.; MAIS, P. H. P. Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de Bacias Hidrográficas, 2004. Disponível em <<http://gisengenharia.com.br/wp-content/uploads/2010/08/srtm.pdf>> acesso em 12 jan. 2016.

DINIZ, C. G. et al. Sistema Deter-Awifs; Avaliação do uso de Imagens Awifs para detecção do desflorestamento em tempo real. In. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., 2013, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: INPE, 2013. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1683.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2013.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO – DSG. Disponível em: <<http://www.dsg.eb.mil.br/>> . Acesso em: 20 mai. 2013.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. da; SERVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; REZENDE, A. V. Diversity, floristic and structural patterns of Cerrado vegetation in central Brazil. *Plant Ecology*, v. 175, n. 1, p. 37-46, 2004. doi: 10.1023/B:VEGE.0000048090.07022.02

FEARNSIDE, P. M. “Land-tenure Issues as Factor in Environmental Destruction in Brazilian Amazonia: The Case of Southern Pará”. *World Development*, v. 29, n. 8, p. 1361-1372, 2001.

\_\_\_\_\_. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

\_\_\_\_\_. Consequências do desmatamento da Amazônia. *Scientific American Brasil Especial Biodiversidade*. p. 54-59, 2010.

FERREIRA, L. V. "Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira". In: CAPOBIANCO, J. P. R. (ed.). *Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo, Instituto Socioambiental, p. 268-286, 2001.

FERREIRA, L. V.; VENTINCINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados* [on line], v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142005000100010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100010)>. Acesso em: 19 ago. 2016.

GONÇALVES, M. L.; ANDRADE NETTO, M. L. DE.; ZULLO JR. J.; COSTA, J. A. F. Classificação não-supervisionada de imagens de sensores remotos utilizando redes neurais auto organizáveis e métodos de agrupamento hierárquicos. *Revista Brasileira de Cartografia*. n. 60/01, p. 17-29, 2008.

GURGEL, R. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. de S. Identificação das áreas vulneráveis à erosão a partir do emprego da EUPS – equação universal de perdas de solo no município de Riachão da Neves – BA. *Geografia Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 93-112, 2011.

\_\_\_\_\_. Relação entre a evolução do uso da terra com as unidades geomorfológicas no município de Riachão das Neves (BA). *GeoTextos*, v. 9, n. 1, p. 177-201, 2013.

HOMMA, A. K. O.; FURLAN JÚNIOR, J; CARVALHO, R.; A.; FERREIRA A. Bases para uma política de desenvolvimento da cultura do dendê na Amazônia. In: VIEGAS, I. J. M; MULLER, A. A. (Orgs.). *A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira*. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental. p. 11-30, 2000.

HOMMA, A. K. O.; VIEIRA, I. C. G. Colóquio sobre dendezeiro: Prioridade de Pesquisas Econômicas, Sociais e Ambientais na Amazônia. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, v. 8, n. 15, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. 3ed. Rio de Janeiro: IBGE, Série Manuais Técnicos em Geociências, n.7, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. *PRODES*, 2012. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso em: 04 fev. 2014.

LEES, A. C.; VIEIRA, I. C. G. Oil-palm concerns in Brazilian Amazon. *Nature*, v. 497, p. 188, 2013.

LIMA, A. L. Pesquisas buscam a causa do amarelecimento fatal do dendezeiro. *Agroenergia em Revista*. Ed. 2. Maio, 2011. Disponível em: [https://issuu.com/embrapa/docs/revista\\_agroenergia\\_ed2](https://issuu.com/embrapa/docs/revista_agroenergia_ed2). Acesso em: 01 ago. 2016.

MARTINS, E. S. F.; SOUSA FILHO, P. W. M.; COSTA, F. R.; ALVES, P. J. OLIVEIRA. Extração automatizada e caracterização da rede de drenagem e das bacias hidrográficas do nordeste do Pará ao noroeste do Maranhão a partir de imagens SRTM. In. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. *Anais...Florianópolis: INPE, 2007. p. 6827-6834. 2007.* <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.14.27/doc/6827-6834.pdf>> Acesso em: 10 jan.2016.

MENESES, P.R.; SANO, E. E. Classificação de pixel a pixel de imagens. In: Meneses, P.R.; Almeida de T. (Org). *Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto*. UnB/CNPq. Brasília, p. 201-208, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Imagem de satélite RapidEye 2012*. Disponível em: <http://www.geocatalogomma.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 2013.

NEPSTAD, D.; CARVALHO, G.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A; CAPOBIANCO, J. B.; BISHOP, J; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA, U. L. Road Paving, Fire Regime Feedbacks, and the Future of Amazon Forests. *Forest Ecology and Management*, v. 5524, p. 1-13, 2001.

OLIVEIRA, P. T. S.; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n8/v14n08a05.pdf>. Acesso em 10 jan. 2016.

OLIVEIRA, S. N. de. *Análise das mudanças espaciais e temporais nos padrões de paisagem na Região do Oeste da Bahia sobre a formação do Grupo Urucuia (1988-2011) e suas implicações para a conservação do Cerrado*. 2015 a. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de Brasília.

OLIVEIRA, G. B. *O novo Código Florestal e a Reserva Legal do Cerrado*. 2015 b. Dissertação. (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. *Economia e Sociedade*, v. 20, n.3 (43), p. 601-636, 2011.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The Shuttle radar topography mission – A new class of digital elevation models acquired by spaceborn radar. *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, v.57, p.241-262, 2003.

REIS, L. C.; REIS, T. E. S.; SAAB, O. J. G. A. Diagnóstico das áreas de preservação permanente das microbacias hidrográficas do município de Bandeirantes – Paraná. *Semina*, v.30, n.3, p.527-536, 2009.

SANTOS, P. R. A.; GABOARDI, C.; OLIVEIRA, L. C. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia, *Revista Brasileira de Cartografia*. Rio de Janeiro n. 58/01, 2006.

SARAIVA, A. G. S.; SOUSA, R. F. de.; MENESES, L. F. de. Análise multitemporal do processo de desertificação do município de Boa Vista – PB utilizando dados orbitais. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 3, 2010, Recife. *Anais...Recife: Universidade Federal de Pernambuco*, p. 001-008, 2010.

SOARES FILHO, B; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, v. 344, p. 363-364, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA – SBC; ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS - ABC. *O código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo*. São Paulo: SBPC, 2ª ed, 2012.

SOUZA, J. O. P.; ALMEIDA, J. M. Modelo digital de elevação e extração automática de drenagem: dados, métodos e precisão para estudos hidrológicos e geomorfológicos. *Boletim de Geografia, Maringá*, v. 32, n. 2, p. 134-149, mai-ago, 2014. DOI: 10.4025/bolgeogr.v32i2.20470. Disponível em < [http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/20111/pdf\\_55](http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/20111/pdf_55)> . Acesso em 23 jan. 2016.

SOUZA, K. R.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. L. ALVES; ANJOS. L. A. P. dos; SOUZA, C. G.; ANDRADE, L. N. Classificação automática de imagem do satélite RapidEye para o mapeamento de áreas cafeeiras em Carmo de Minas, MG. In. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7, 2011, Araxá. *Anais...Araxá: Consórcio Pesquisa Café*, 2011. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/3870/76.pdf?sequence=2>>. Acesso em: 17 mai. 2015.

SOUZA JÚNIOR, C.; AMARAL, P.; SALES, M.; SALOMÃO, R.; OLIVEIRA JÚNIOR, L.; BATISTA, W.; MARTINS, J. Base de informações geográficas para gestão ambiental municipal na Amazônia. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 3, n. 65, p.591–603, 2013.

SPOT 5. *Ficha Técnica*. ENGESAT. Disponível em: <<http://www.croce.ggf.br/SR/SR1/SPOT%205.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

TAGLIALEGNA, G. H. F. Reforma do Código Florestal: Busca do equilíbrio entre a agricultura sustentável e a preservação do meio ambiente. In: Fernando Boarato Meneguim. (Org.). *Agenda Legislativa para o Desenvolvimento Nacional*. 596 ed. Brasília: Senado Federal, 2011, v. 1, p. 59-72. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/agenda-legislativa/capitulo-3-reforma-do-codigo-florestal-busca-do-equilibrio-entre-a-agricultura-sustentavel-e-a-preservacao-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

TAVARES, M. G da C. A Amazônia brasileira: formação histórico-territorial e perspectiva para o século XXI. *Espaço e Tempo*. 29 - Especial: 107-121, 2011.

VALERIANO, M. M.; ABDON, M. M. Aplicação de dados SRTM a estudo do Pantanal. *Revista Brasileira de Cartografia*. Rio de Janeiro, nº 59/01. p.63-71, 2007. Disponível em: <[http://mtcm16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm17@80/2007/06.28.18.48/doc/RBC\\_pant.pdf?metadataarepository=&mirror=cptec.inpe.br/walmeida/2003/04.25.17.13](http://mtcm16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm17@80/2007/06.28.18.48/doc/RBC_pant.pdf?metadataarepository=&mirror=cptec.inpe.br/walmeida/2003/04.25.17.13)>. Acesso em 10 jan. 2016.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. M. L. DE M. Mapeamento de uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens – fração solo, sombra e vegetação derivadas de modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí-PA. *Acta Amazônica*, v. 34, p. 487-493, 2004.

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M. de; SILVA, J. M. C.; HORÁCIO, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, p. 631-637, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500004>

WATRIN, O. S.; MACIEL, M. N. M.; THALÊS, M. C. Análise espaço-temporal do uso da terra em microbacias hidrográficas no município de Paragominas, Estado do Pará. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. *Anais...Florianópolis*: INPE, 2007. p. 7019-7026. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94119/1/7019-7026.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

## 4ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA

### RESUMO

O desmatamento na Amazônia tem como consequência direta a fragmentação da paisagem florestal, causando danos ambientais e ecológicos muitas vezes irreparáveis. Portanto, objetivou-se neste trabalho analisar a fragmentação da floresta amazônica para o município de Tailândia-PA. Para este propósito foram utilizadas as geotecnologias no mapeamento do uso e cobertura da terra e os índices da ecologia da paisagem foram obtidas utilizando o programa FRAGSTAT, entre dois cenários diferentes: cenário (a): considera toda a vegetação existente no município para o ano de 2012; cenário (b): considera um cenário hipotético com toda a vegetação para o ano de 2012 existente mais as Áreas de Preservação Permanente (APPs) conservadas integralmente. As métricas utilizadas foram a de área, densidade, tamanho, variabilidade, borda e forma. Os resultados demonstram que haveria uma melhora significativa dos índices de fragmentação da paisagem mantendo as APPs intactas e o aumento da conectividade entre os fragmentos de vegetação.

**Palavras-chave:** fragmentação das Áreas de Preservação Permanente, geotecnologias, métricas da paisagem.

### ABSTRACT

The Amazon deforestation has as a direct consequence the forest fragmentation, causing environmental and ecological damages that are often irreparable. Therefore, the objective of this work was to analyze the fragmentation of the Amazon forest for the municipality of Tailândia -PA. For this purpose, geotechnologies were used in the mapping of land use and land cover, and landscape ecology indexes were obtained using the FRAGSTAT program, between two different scenarios: scenario (a): considers all existing vegetation in the municipality for the year 2012; Scenario (b): considers a hypothetical scenario with all the vegetation for the year 2012, plus the Permanent Preservation Areas (APPs) that are conserved integrally. The metrics used were area, density, size, variability, border and shape metrics. The results demonstrate that there would be a significant improvement in the fragmentation indexes of the landscape, maintaining the APPs intact, besides increasing the connectivity between the fragments of vegetation.

**Keywords:** fragmentation of Permanent Preservation Area, geotechnology, landscape metrics

## 4.1 INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica abriga cerca 50% da biodiversidade mundial (INPA, 2015). A exploração da floresta e as causas históricas do desmatamento na região são diversas. Mas foram principalmente, os incentivos fiscais governamentais para a política de ocupação na região (TAVARES, 2011), que desencadeou uma forte migração para a Amazônia e conseqüentemente, gerou os diversos conflitos fundiários motivados pela ausência de titularidade da terra (FEARNSIDE, 2001; SOARES-FILHO et al., 2004).

A expansão da pecuária e da agricultura de corte e queima, a extração de madeira ilegal e a agricultura comercial são as principais atividades responsáveis pela fragmentação florestal na Amazônia (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009) e tem como consequência direta a redução na área total da floresta; a conversão de florestas em plantações e monoculturas e a fragmentação progressiva de remanescentes de florestas naturais em pequenas manchas isoladas por plantações ou pelo desenvolvimento agrícola, industrial ou urbano. Tal processo deflagra mudanças na composição, estrutura e função da paisagem, criando um mosaico de fragmentos (HARRIS, 1994), causa a redução da biodiversidade, a extinção e alteração no ciclo reprodutivo de várias espécies, altera a qualidade e oferta da água e os nutrientes dos solos (SAUNDERS et al., 1991), reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações e provocando mudanças na paisagem como um todo (VALÉRIO FILHO, 1995; METZGER, 1999).

A fragmentação florestal é um processo que pode ocorrer tanto de forma natural quanto por ações antrópicas, onde as áreas naturalmente vegetadas de forma contínua vão, progressivamente, sendo subdivididas em fragmentos florestais (manchas), mais ou menos isolados (SHAFER, 1990) e complexos geometricamente. Esta nova configuração da paisagem fragmentada passa a ter condições ambientais diferentes em seu entorno. O processo de fragmentação envolve tanto a perda de habitat quanto às mudanças no padrão do habitat (McGARIGAL; MARKS, 1995). No caso de paisagens fragmentadas, os principais fatores estão associados às características sociais, culturais e econômicas de uma determinada sociedade. Assim, as paisagens fragmentadas, em geral, sofreram intervenção antrópica, ligada à dinâmica do uso do solo, que consiste em um importante componente de formação do mosaico de fragmentos (DALE; PEARSON, 1997 apud VIANA et al., 1997).

A análise de fragmentação está basicamente relacionada com a “estrutura da paisagem” definida em função da composição e configuração (McGARIGAL; MARKS, 1995). A composição da paisagem se refere à presença e a quantidade de fragmentos existentes em uma paisagem que descreve grande parte da diversidade e abundância de espécies pela área dos fragmentos florestais restantes. Por sua vez, a configuração da paisagem se refere à distribuição física que expressam a relação entre os fragmentos como as métricas do vizinho mais próximo e às características espaciais dos fragmentos (métricas de forma e área central) (KAREIVA, 1990). Estes parâmetros são relevantes

para a análise de paisagens que apresentam fragmentação florestal, como no caso da área de estudo. Os índices ou métricas da paisagem estão fundamentados nesses conceitos, a partir dos quais se pode inferir o comportamento dos processos ecológicos por meio da conformação espacial dos mosaicos ambientais.

Para Forman e Gordon (1986), a paisagem é o resultado de três mecanismos operando em diferentes escalas temporais, tais como: processos geomorfológicos e geológicos que ocorrem em uma escala de tempo maior e os padrões de colonização de organismos que se desenvolvem em escalas médias, intermediárias e rápidas. A combinação destes três mecanismos resulta em uma paisagem terrestre, composta por diferentes formas de relevo, tipos de vegetação e uso da terra, organizados em um arranjo ou mosaico de retalhos ou manchas (patches), que formam um agrupamento único de ecossistemas em interação e que estão sob constante transformação no tempo e no espaço. É importante compreender as paisagens de forma sistêmica e dinâmica a fim de identificar suas potencialidades, limitações e inclusive avaliar a estrutura geoecológica como suporte para atividades socioeconômicas ambiental e socialmente responsável (MANOSSO, 2009). Uma paisagem pode variar de tamanho, englobando desde grandes regiões, extensões com apenas alguns quilômetros em diâmetro a até porções centimétricas. A questão da escala de estudo é sempre importante levar em conta o ponto de vista do organismo para qual ele está centrado (McGARIGAL; MARKS, 1995). Ou seja, para diferentes níveis de escala, podem ser observados diferentes mosaicos ecológicos (SOARES FILHO, 1998).

Através do diagnóstico da paisagem, onde são reconhecidos os seus elementos principais, sua estrutura e seu funcionamento, pode-se criar mecanismos para subsidiar o planejamento e as ações dos sistemas socioeconômicos que exploram o potencial ecológico dessa paisagem. A utilização do potencial ecológico carece muitas vezes de informações detalhadas do ambiente físico, o que geralmente se reverte em maiores custos na produção do capital e na degradação do ambiente (MANOSSO, 2009). Os indicadores de fragmentação permitem compreender qual a viabilidade dos fragmentos permanecerem na paisagem por meio de características como tamanho, número, forma, borda e vizinhança. Este método de estudo exige a utilização de técnicas de geoprocessamento, ou seja, o uso de imagens de satélites, ou fotos aéreas, de onde são extraídos dados que possibilitam a obtenção de resultados na forma de mapas, diagramas e dados estatísticos que permitam a comparação dos diferentes arranjos, a diferenciação entre paisagens ou a descrição de suas características.

As métricas de paisagem podem servir para diversos fins tais como: estudos sobre o comportamento de uma determinada espécie; análise da fragmentação florestal (por meio da descrição da estrutura da paisagem); monitoramento de mudanças na estrutura da paisagem ao longo do tempo e entre outros. (METZGER, 2003; McGARIGAL; MARKS, 1995). A crescente fragmentação de ecossistemas tem tornado a proteção da diversidade biológica cada vez mais

dependente da adoção de estratégias capazes de lidar com a complexidade socioambiental da região alvo (ACACCIO, 2005). O mapeamento das áreas de ocorrência de vegetação, com a utilização de sensoriamento remoto vem sendo uma das formas dos órgãos governamentais avaliarem e acompanharem a situação dos remanescentes de vegetação natural.

Neste contexto o presente trabalho tem como objetivo analisar a fragmentação da paisagem florestal para o município de Tailândia (PA), por meio das métricas da paisagem (FRAGSTAT), considerando dois cenários diferentes (GUIMARÃES, et al., 2010): Cenário (a): considera toda a vegetação atual existente no município; cenário (b): considera um cenário hipotético com toda a vegetação atual existente mais as Áreas de Preservação Permanente conservadas integralmente. Sendo desta forma possível buscar informações das relações da legislação vigente com a fragmentação florestal.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

A obtenção dos dados vetoriais de uso e cobertura da terra e das APPs estão descritos no item 3.2.1 e 3.2.3 do capítulo anterior.

Para obtenção dos dados de fragmentação foi utilizado o FRAGSTAT (Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps) (McGARIGAL; MARKS, 1995), que a partir de algoritmos geram um conjunto de métricas, quantificam características espaciais específicas de fragmentos, classes de fragmentos ou o mosaico inteiro da paisagem (COUTO, 2004) e que permite o estudo da paisagem a partir de cálculos de métricas de área, de densidade, tamanho e variabilidade, de borda, de forma, de área central e do vizinho mais próximo (MACHADO et al., 2012).

O FRAGSTAT gera as métricas tanto para dados em formato raster quanto para dados vetoriais. Neste trabalho, as métricas da paisagem foram geradas para dados vetoriais.

As métricas foram aplicadas individualmente para duas categorias: vegetação atual existente e vegetação atual existente mais as APPs intactas (cenário simulado). De acordo com Chaves et al., (2015) a partir desses dados é possível avaliar o grau de preservação da vegetação e como as APPs contribuem no estabelecimento de ligações entre os fragmentos e de que forma a paisagem se encontra fragmentada.

O FRAGSTAT permite a quantificação de fragmentação da paisagem, e revela, por exemplo, a extensão das áreas dos fragmentos e como estes se apresentam distribuídos espacialmente. A conservação das espécies dentro dos mosaicos depende da qualidade intrínseca do habitat e da sua configuração espacial, de forma a permitir estabelecer corredores ecológicos (FORMAN; GODRON, 1986; POPE et al., 2000; SÖDERSTÖM; PÄRT, 2000).

## **4.3 Métricas de área**

As métricas de áreas em geral são as mais básicas na análise da paisagem e são utilizadas para o cálculo de outras métricas com relevância para estudos ecológicos, sendo que, a riqueza e abundância

de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir (VOLOTÃO, 1998).

**4.3.1 Área da classe (CA):** sua unidade é em hectares. Somatório de todas as áreas (m<sup>2</sup>) dos fragmentos da classe correspondente, dividido por 10.000 (para converter em hectares), é o total de área da classe. Com este dado é possível saber o grau de fragmentação da classe, quanto maior o valor favorece a conservação, pois corresponde a maior cobertura da paisagem pela classe.

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left( \frac{1}{10.000} \right) \quad (1)$$

Em que:

CA = soma das áreas de todas as manchas que pertencem a uma determinada classe;

$n=ni$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ .

$a_{ij}$  = área (m<sup>2</sup>) da mancha  $ij$

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

**4.3.2 Área ocupada pelo maior fragmento (LPA):** sua unidade é em hectares (ha).

**4.3.3 Percentual da classe (%LAND):** sua unidade é em porcentagem (%), é o percentual da área total ocupada pelos fragmentos.

$$\%LAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100) \quad (2)$$

Em que:

$P_1$  = Proporção da paisagem ocupada pelo fragmento (classes)  $i$ ;

$n=ni$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ ;

$a_{ij}$  = área (m<sup>2</sup>) da mancha  $ij$ ;

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

A = área total da paisagem (m<sup>2</sup>).

**4.3.4 Índice do maior fragmento (LPI):** Sua unidade é em porcentagem (%), corresponde à porcentagem da paisagem ocupada pela área do maior fragmento da classe.

$$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100) \quad (3)$$

Em que:

LPI = índice do maior fragmento;

$n=ni$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ ;

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

$a_{ij}$  = área (m<sup>2</sup>) do fragmento  $ij$

$A$  = área total da paisagem (m<sup>2</sup>)

#### 4.4 Métricas de densidade, tamanho e variabilidade

As métricas de densidade, tamanho e variabilidade fornece informações importantes sobre a configuração da paisagem, pois caracteriza os fragmentos em números de fragmentos, tamanho médio, densidade, variação, completando a análise dos dados espaciais das métricas da área.

**4.4.1 Número de fragmentos (NP):** calcula a quantidade de fragmentos existentes na classe.

Maior valor indica maior fragmentação da paisagem

$$NP = n_i \quad (4)$$

Em que:

$NP$  = número total de fragmentos dentro da paisagem

$n = n_i$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ .

**4.4.2 Tamanho médio dos fragmentos (MPS):** calcula a média do tamanho dos fragmentos, e a sua unidade é em hectares. Uma paisagem que apresente menor tamanho médio dos fragmentos pode ser considerada mais fragmentada. Fragmentos de tamanhos maiores apresentam maior diversidade, uma vez que a riqueza das espécies depende das dimensões dos fragmentos.

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left( \frac{1}{10.000} \right) \quad (5)$$

Em que:

$MPS$  = tamanho médio dos fragmentos;

$a_{ij}$ : área (m<sup>2</sup>) do fragmento  $ij$ ;

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

$n = n_i$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ .

**4.4.3 Desvio padrão do tamanho dos fragmentos (PSSD):** calcula o desvio padrão do tamanho dos fragmentos. É um valor que quantifica a dispersão dos eventos sob a distribuição normal. A sua unidade é em hectares.

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left[ a_{ij} - \left( \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \right) \right]^2}{n_i}} \left( \frac{1}{10.000} \right) \quad (6)$$

Em que:

$a_{ij}$  = área (m<sup>2</sup>) do fragmento  $ij$ ;

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

$n=n_i$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ .

**4.4.4 Coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos (PSCoV):** calcula o coeficiente de variação dos fragmentos, os dados são obtidos em porcentagem. O valor do desvio padrão (PSSD) é dividido pelo tamanho médio do fragmento e multiplicado cem para se obter o valor em porcentagem. É uma medida de variação relativa que quantifica a variação dos dados em função da média. Um alto valor indica alta heterogeneidade espacial da paisagem.

$$PSCoV = \frac{PSSD}{MPS} (100) \quad (7)$$

Em que:

PSSD = desvio padrão do tamanho dos fragmentos e;

MPS = tamanho médio dos fragmentos.

#### 4.5 Métricas de borda

O processo de fragmentação impõe a criação de uma borda de floresta onde não existia anteriormente. A borda de um fragmento é a área limite entre o interior da mata e outra unidade de paisagem – área urbanizada, pastagem, agricultura, entre outros. A área de borda é assim denominada por ficar exposta aos fatores externos, como incidência de energia solar, energia eólica, fogo e erosão, pois são fatores que alteram o microclima do fragmento florestal (CHEN; FRANKLIN 1990). Sendo que nem todas as espécies se adaptam nessa área. Acarretando desta forma uma degeneração das condições ecológicas no interior do fragmento de pequeno porte (LOVEJOY et al., 1986; LAURANCE; YENSEN, 1990).

Todos os efeitos relacionados as bordas são particularmente mais intensos nos fragmentos menores, no entanto as formas dos fragmentos, especificamente aqueles muito pequenos e alongados ou com formas muito irregulares, com muitas entrâncias, podem sofrer alterações em grande parte da área ou mesmo em toda área do fragmento, colocando em risco espécies que não resistem às novas condições do seu habitat (GAMARRA, 2008).

**4.5.1 Borda total (TE):** sua unidade é em metros, é uma medida absoluta do comprimento total de borda dos fragmentos.

$$TE = \sum_{k=1}^{m'} e_{ik} \quad (8)$$

Em que:

$TE$  = soma de todas as bordas da classe ou paisagem;

$m'$  = número de fragmentos (classes) presentes na paisagem, excluindo o contorno da paisagem se tiver;

$k=1, \dots, m$  ou  $m'$  tipos de fragmentos (classes);

$e_{ik}$  = comprimento total (m) de borda na paisagem entre os tipos de fragmentos (classes)  $ik$ . Incluindo o segmento do limite da paisagem que represente somente a verdadeira borda que envolva o fragmento do tipo  $i$ .

**4.5.2 Densidade de borda (ED):** sua unidade é m/ha. Padroniza os dados de borda para uma base por unidade área, permitindo a comparação entre paisagens de vários tamanhos. Quanto maior for o valor da ED, maior será o efeito de borda, portanto, prejudicial à preservação ambiental.

$$ED = \frac{TE}{CA} \quad (9)$$

Em que:

$ED$  = densidade de bordas em metros por hectares

$TE$  = total de bordas;

$CA$  = soma das áreas de todas as manchas que pertencem a uma determinada classe, em hectares.

#### 4.6 Métricas de forma

O tamanho e forma dos fragmentos de paisagem podem influenciar inúmeros processos ecológicos importantes, dentre eles a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte e nas estratégias de fuga de certos animais (McGaRIGAL; MARKS, 1995).

As métricas de forma são determinadas a partir da relação perímetro e área. A complexidade da forma é comparada a um círculo na versão vetor e quadrado na versão raster (ANDRADE, 2005).

**4.6.1 Índice de forma média (MSI):** é o valor médio da área encontrado dos fragmentos da classe em função da razão média perímetro/área de seus fragmentos. Porém o problema do MSI é que fragmentos de tamanhos diferentes possuem o mesmo peso no cálculo da métrica pelo fato dele considerar a média dos fragmentos.

A medida que o valor se distancia de 1, indica que as formas dos fragmentos são mais irregulares.

Obs: equação para formato vetor.

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left( \frac{P_{ij}}{2\sqrt{\Pi a_{ij}}} \right)}{ni} \quad (10)$$

Em que:

MSI: índice de forma média

$a_{ij}$ : área (m<sup>2</sup>) do fragmento  $ij$ ;

$p_{ij}$ : perímetro (m) do fragmento  $ij$ ;

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

$n=ni$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ .

**4.6.2 Índice de forma média ponderada pela área (AWMSI):** para corrigir o cálculo do MSI, o AWMSI calcula a forma média ponderada atribuindo um peso proporcional ao fragmento de acordo com a sua área, ou seja, quanto maior o fragmento maior será o seu peso. Este índice pode ser mais apropriado do que o índice de forma média (MSI) nos casos em que fragmentos maiores desempenham um papel dominante na função de paisagem em relação ao estudo de um fenômeno. A diferença entre os índices não ponderados e ponderados da forma média pode ser particularmente perceptível quando as amostras são pequenas (McGARIGAL; MARKS, 1995).

Obs: equação para formato vetor

$$AWMSI = \sum_{j=1}^n \left[ \left( \frac{P_{ij}}{2\sqrt{\Pi a_{ij}}} \right) \left( \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right) \right] \quad (11)$$

Em que:

AWMSI: índice de forma média ponderada pela área;

$a_{ij}$ : área (m<sup>2</sup>) do fragmento  $ij$ ;

$p_{ij}$ : perímetro (m) do fragmento  $ij$  ;

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

$n=ni$ = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ .

#### 4.7 Métricas do vizinho mais próximo

Vizinho mais próximo é definido como a distância da borda de uma mancha à borda da mancha vizinha mais próxima da mesma classe. As métricas do vizinho mais próximo quantificam a configuração da paisagem. A distância entre os fragmentos pode influenciar em alguns processos ecológicos importantes, como dinâmicas de população e interação de espécies em populações separadas espacialmente.

**4.7.1 Distância média do vizinho mais próximo (MNN):** sua unidade é em metros (m), tem grande importância sobre a circulação dos organismos em ambiente fragmentados, portanto, quanto menor for a distância entre dois fragmentos de mesma classe, maior será a chance do fluxo gênico entre populações separadas de uma mesma espécie.

$$MNN = \frac{\sum_{j=1}^{n'} h_{ij}}{n'_i} \quad (12)$$

Em que:

MNN= Distância média do vizinho mais próximo em metros (m);

$h_{ij}$ = menor distância do fragmento  $ij$  ao vizinho mais próximo de mesma classe;

$n' = n'_i$  = números de fragmentos da classe  $i$  na paisagem, que tenham vizinho próximo;

$j=1, \dots, n$  fragmentos.

**4.7.2 Índice de proximidade média (MPI):** quantifica a distância média entre fragmentos, tendo por base um raio previamente determinado. O MPI é obtido pela soma de cada área dos fragmentos de mesma classe, dividido pela distância euclidiana borda a borda ao quadrado, considerando somente os fragmentos de mesma classe dentro do raio de busca, que neste trabalho foi de 500 m. A sua unidade é adimensional e quando igual a zero indica que o fragmento não possui vizinhos da mesma classe dentro do raio de busca especificado. O valor do índice aumenta conforme os fragmentos vão se tornando próximos e contínuos (menos fragmentados) dentro do raio de busca especificado.

$$\text{MPI} = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}}{n_i} \quad (13)$$

Em que:

$s=1$  = número de fragmentos dentro de uma vizinhança específica;

$a_{ijs}$  = área (m<sup>2</sup>) do fragmento dentro de uma vizinhança específica (m) de fragmento  $ij$ ;

$h_{ijs}$  = distância (m) entre fragmentos  $ijs$  de fragmentos  $ij$  baseado na distância borda a borda;

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

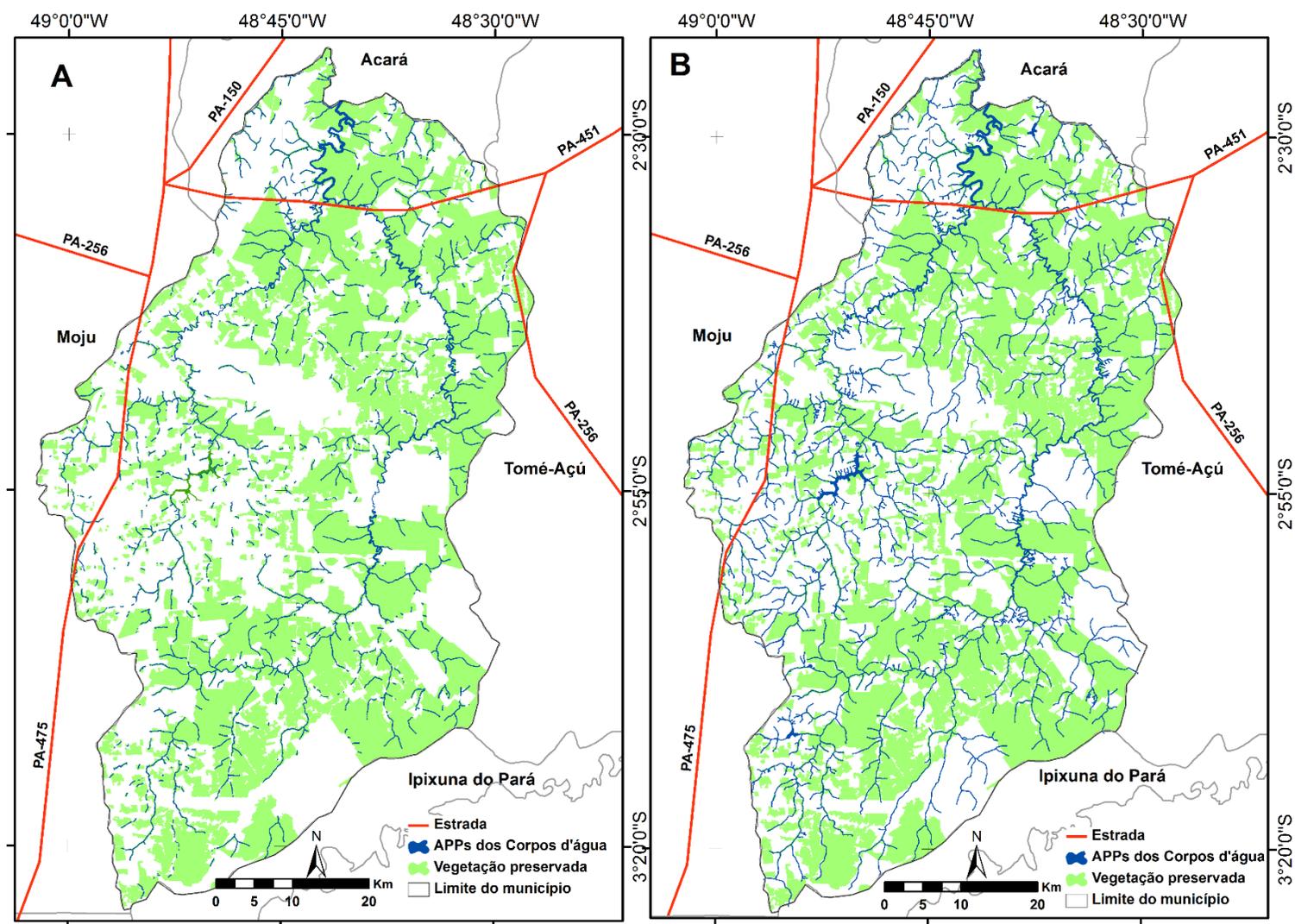
$n = n_i$  = número de fragmentos na paisagem da classe  $i$ .

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Fragmentação da vegetação utilizando as métricas de paisagem

A partir dos mapas de uso e cobertura da terra e das APPs elaborados neste trabalho foi possível fazer uma análise de como a vegetação está distribuída espacialmente no município de Tailândia. Na figura 7 no quadro A é possível observar que a parte mais fragmentada de Tailândia ocorre na porção centro-oeste, ocupada pela pastagem e próximo à rodovia que liga o município as principais regiões do estado. E no quadro B como seria a paisagem do município com todas as APPs intactas. Percebe-se uma maior conexão entre os fragmentos, principalmente na região onde a vegetação se encontra mais fragmentada atualmente.

Figura 7: Áreas de Preservação Permanente: (A) cenário atual; (B) cenário simulado



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

A área total da vegetação preservada no município para o ano de 2012 é de 208.360,00 hectares (47,03%), e no cenário simulado seria de 217.404,77 hectares (49,07%), um acréscimo de 9.044,77 hectares de vegetação (Tabela 4), que correspondem a 2% da área total do município de Tailândia.

Tabela 4: Parâmetros métricos do FRAGSTAT

Grupo	Parâmetros métricos	Sigla	Fragmentos de vegetação Cenário atual	Cenário Simulado- (Fragmentos de vegetação + 100% das APPs)
<b>Métricas de Área (Composição)</b>	Área total da paisagem do município (há)	TLA	443.000,00	443.000,00
	Área total da classe (ha)	CA	208.360,00	217.404,77
	Área ocupada pelo maior fragmento da classe (ha)	LPA	80.000	212.514,58
	Percentual da classe (% da área total ocupada pelos fragmentos)	%LAND	47,03	49,07
	Índice do maior fragmento (% do maior fragmento da classe)	LPI	18,04	48,12
<b>Métricas de Densidade, Tamanho e Variabilidade (Configuração)</b>	Número de fragmentos (n)	NUMP	373	158
	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	MPS	560,77	1.672,34
	Desvio padrão do tamanho do fragmento (ha)	PSSD	4.943,59	16.850,87
	Coefficiente de variação do tamanho do fragmento (%)	PSCOV	881,58	1.224,65
<b>Métricas de Borda (Configuração)</b>	Borda total (m)	TE	6.292.101,83	8.471.597,10
	Densidade da borda (m/ha)	ED	30,08	38,96
<b>Métricas de forma (configuração)</b>	Índice de forma média ( $vr^*=1$ )	MSI	2,06	2,22
	Índice de forma média ponderada por área ( $vr^*=1$ )	AWMSI	11,52	46,41
<b>Métricas do vizinho mais próximo</b>	Distância média do vizinho mais próximo (m)	MNN	244,43	223,56
	Índice de proximidade média	MPI	1.467.108,41	11.529.971,35

\*valor de referência

Para o cenário atual, o município possui 373 fragmentos de vegetação com tamanho médio de 560 ha, já no cenário simulado o total de fragmentos cai consideravelmente para 158 e o tamanho médio dos fragmentos aumenta quase três vezes, para 1.672 ha. A vegetação do município é bem fragmentada observando a quantidade de fragmentos existentes no cenário atual.

Com desvio padrão (PSSD) de 4.943,59 hectares no cenário atual e 16.850,88 hectares no cenário simulado, esta diferença se dá pelo fato do maior fragmento de vegetação no cenário atual (80.000 ha) ser 2,5 vezes menor que o cenário simulado (212.514,58 ha). O primeiro ocupa 18,04% do território do município e o segundo ocupa 48,12%, porém em ambos cenários os valores do desvio

padrão indicam uma grande variabilidade do tamanho dos fragmentos em relação ao tamanho médio dos fragmentos, tanto para valores muito acima e/ou muito abaixo do valor médio.

No cenário atual 83,11% dos fragmentos no cenário atual possuem até 100 ha, enquanto que no cenário simulado 93% dos fragmentos possuem até 100 ha (Tabela 6), em ambos os cenários a maior parte dos fragmentos possuem áreas menor que 100 ha. No cenário simulado há uma redução na quantidade de fragmentos em todas as classes de tamanho dos fragmentos. A redução mais significativa está na classe entre 10 a 100 ha, onde há uma redução de 101 fragmentos, de 170 para 69 fragmentos.

Tabela 5: Número de fragmentos separados por classes de tamanho

	Classes de tamanho dos fragmentos						% de fragmentos < 100 ha
	< 5	5 - 10	>10 - 100	>100 – 500	>500	Total	
Cenário atual	92	48	170	41	22	373	88,32
Cenário simulado	49	28	69	8	3	157	92,99

Como foi constatado nos dois cenários, existe uma quantidade considerável de fragmentos menor que 5 hectares. Fragmentos muito pequenos não possuem integridade ecológica para manter populações viáveis de espécies que ocupam naturalmente habitats maiores (CALDAS; FRANCELENO, 2009).

O tamanho dos fragmentos influencia, diretamente, no efeito de área, que causam mudanças ecológicas que ocorrem como resultado do isolamento do fragmento. A magnitude destes efeitos tende a ser inversamente proporcional ao tamanho do fragmento, portanto, fragmentos pequenos em geral têm uma menor variedade de habitats do que fragmentos grandes, o que também acarreta uma perda de espécies (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

Além disso, os fragmentos menores são, proporcionalmente, mais afetados pelos efeitos de borda (LOVEJOY et al., 1986; MURCIA, 1995). Na verdade, muitas vezes é difícil separar os efeitos de área dos efeitos de borda, uma vez que fragmentos pequenos estão próximas às bordas (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

Além do tamanho, a forma dos fragmentos também influencia no grau do impacto do efeito de borda (FARINA, 1998). O índice de forma média (MSI) tem valor igual a 1 para fragmentos com forma geométrica simples (círculo para vetor e quadrado para raster) e indica fragmentos pouco irregular na média e os números mais elevados indicam maior complexidade na forma do fragmento, ou seja, quanto mais distante de 1, maior será a complexidade da forma do fragmento.

O valor do MSI é muito próximo nos dois cenários, 2,06 no (a) e 2,22 no (b), porém, quando se observa o índice de forma média ponderada pela área (AWMSI) há um aumento considerável deste índice de 11,52 no cenário (a) para 46,41 no cenário (b), pois neste cálculo os fragmentos recebem

pesos em função de seu tamanho. A presença de fragmentos maiores por conta das áreas de preservação permanente intactas, além da presença do maior fragmento de vegetação no cenário (b) que ocupa 48,12% do município, acaba pesando no valor do índice.

No entanto, apesar do índice indicar uma forma mais irregular para os fragmentos grandes, o tamanho e a forma do fragmento estão intrinsicamente ligados à borda, pois quanto menor o fragmento ou mais alongado, mais intenso será o efeito de borda (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Desta forma, mesmo apresentando formato mais irregulares, fragmentos maiores estão sob menor efeito de borda do que os menores (JUVANHOL et al., 2011)

Os fragmentos da vegetação possuem uma extensão de borda ( $TE = 6.292.101,83$  m) e possui densidade de borda (ED) igual a 30 m/ha. No cenário simulado haveria um aumento de extensão para 8.471.597,10 m, um acréscimo de 2.179.495,27 m e com densidade de borda para 38 m/ha. O aumento da densidade de borda no cenário simulado se dá justamente por conta das APPs que se dão por faixa de vegetação, e para o município de Tailândia, mais de 80% das APPs possuem 30 m de faixa de proteção, justamente essas faixas de vegetação estão sujeitas aos efeitos de bordas.

As bordas constituem as áreas de habitat mais expostas às perturbações externas e possuem em geral maior diversidade e densidade de espécies. Quanto maior for o valor da densidade de borda, favorece o desenvolvimento de espécies generalistas que tendem excluir, por competição ou predação, as espécies de interior (MURCIA, 1995).

Laurance e Yensen (1990) mostram que os efeitos de borda podem ser sentidos até 500 metros adentro da floresta. Porém, são mais perceptíveis nos primeiros 35 metros (RODRIGUES, 1998). Outros estudos como o de Kapos (1989) e Sampaio (2011) encontraram faixas de 40 m e 50 m respectivamente de efeito de penetração de borda, no entanto, segundo Laurance (1997), é impossível determinar uma largura de padrão de borda ideal para todos os tipos de fragmentos, uma vez que a penetração dos efeitos de borda depende de diversas variáveis climáticas e físicas local para análise.

Na Amazônia central por exemplo, essa faixa de borda varia entre 10 e 400 m, dependendo do tipo de efeito (LAURANCE et al., 2002). Os fragmentos de vegetação variam de bioma para bioma, além de outros fatores como a radiação solar, aumento de luminosidade e temperatura do ambiente, diminuição da umidade, velocidade dos ventos e o tamanho do fragmento são algumas variáveis que influenciam no gradiente borda-centro (LAURANCE et al., 2002; HARPER et al., 2005). As características da paisagem também influenciam em maior ou menor grau nos efeitos de borda, tanto negativamente como de forma positiva (SAMPAIO, 2011). Fragmentos circundados por pastagem (como é o caso de Tailândia), tendem a ter um maior efeito de borda do que aqueles vizinhos a reflorestamento (VIANA; PINHEIRO, 1998). Dependendo do tamanho do fragmento, ele como um todo estará sob o efeito da borda.

Há diversos estudos de que os efeitos de borda são muito importantes nas florestas fragmentadas da Amazônia (GASCON et al., 2000; LAURANCE et al., 2002), pois sob condições naturais, as bordas são raras nestas florestas, ocorrendo apenas nas margens de rios e ecótonos naturais como, por exemplo, em ecótonos entre savanas e florestas. Quando estas florestas são fragmentadas a quantidade de bordas aumenta consideravelmente. Estas bordas, que são artificiais, forma uma transição abrupta entre a floresta e a paisagem adjacente alterada (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009). Estudos mais específicos teriam que ser realizados na análise dos efeitos de borda em APPs no município de Tailândia para verificar o efeito de penetração da borda nas APPs.

A distância média do vizinho mais próximo (MNN) entre os fragmentos nos dois cenários são muito próximos, 244,43 m no cenário atual e 223,56 metros no cenário com as APPs intactas, porém é uma distância média consideravelmente grande para a manutenção da vida ecológica. Para a Amazônia central, por exemplo, constatou-se que muitas espécies de pássaros desapareceram de fragmentos e não voltaram a recolonizá-los apesar destes fragmentos estarem a apenas 80 m de distância de outras áreas de floresta (STRATFORD; STOUFFER, 1999). Faixas desmatadas com apenas 15 a 100 m de largura podem atuar como barreiras para o deslocamento de várias espécies (LAURANCE et al., 2004).

Já o índice de proximidade média (MPI) no cenário (b) apresenta uma grande melhoria, pois haveria uma enorme redução do isolamento dos fragmentos e da fragmentação da paisagem, resultado semelhante foi constatado em Guimarães et al., (2010).

No cenário (a) o MPI encontrado foi de 1.467.108,41 e no cenário simulado o valor foi de 11.529.971,35 ou seja, os fragmentos no cenário (a) são mais distantes e fragmentados do que no cenário (b) que tem as APPs intactas. Quanto mais isolado e fragmentado estiver a paisagem, pode afetar o deslocamento de animais e a propagação da vegetação, portanto uma área desflorestada pode ter um efeito significativo sobre o deslocamento de algumas espécies (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

A grande distância entre os fragmentos proporcionará maior grau de isolamento das manchas que compõem a paisagem. A fragmentação florestal e os sucessivos efeitos de borda tendem a aumentar o grau de isolamento das espécies, além disso, as manchas menores, com o tempo e com as pressões provocadas pelos usos diversos no entorno, tendem a ser extintas da paisagem (SILVA; SOUZA, 2014).

A fragmentação florestal, caracterizada por uma ruptura da unidade de paisagem frequentemente isoladas uma das outras (PRIMACK; RODRIGUES, 2001), encontra-se entre as mais graves ameaças para a manutenção dos ecossistemas e da diversidade biológica (DEBINSKI; HOLT, 2000). A fragmentação não significa apenas perdas de áreas ou subdivisão de habitat contínuos em manchas isoladas, mas também no aumento da complexidade do mosaico (METZGER, 1999).

## CONCLUSÃO

A análise da fragmentação da paisagem utilizando as métricas do Fragstat geraram resultados satisfatórios para o município de Tailândia- PA. Pois foi possível verificar com a simulação de cenários a redução do número de fragmentos de 373 para 158, bem como o aumento na média do tamanho dos fragmentos de 560 hectares para 1672 hectares. Há um aumento na densidade de borda de 30 m/ha para 38 m/ha, devido a forma das APPs, por serem longas e irregulares. Porém as APPs propiciaram o aumento da conectividade entre os fragmentos e conseqüentemente a redução do isolamento entre os fragmentos além do aumento da área de vegetação de 208.360 ha para 217.404 ha, um acréscimo de 9.044 hectares. A distância média do vizinho mais próximo também é reduzida de 244,43 m para 223,56 m. Mesmo com a recuperação integral das APPs, pela métrica da paisagem pôde-se observar que ainda não é o suficiente para restaurar a biodiversidade. Um estudo voltado especificamente para recuperar essas áreas teria que ser realizadas para uma melhor gestão de recursos do município de Tailândia. A metodologia aplicada não demonstra somente um diagnóstico, mas também como as ações de planejamento ambiental podem ser implementadas no município.

## CONCLUSÃO GERAL

Os resultados obtidos neste trabalho de uma forma geral foram satisfatórios, pois com os dados de uso e cobertura da terra foi possível fazer um diagnóstico ambiental do município de Tailândia e onde estão localizadas as principais atividades econômicas do município, podendo auxiliar desta forma em ações de gestão ambiental no intuito de mitigar ações que possam ser benéficas para todos de uma forma geral.

A questão do uso indevido em APPs juntamente com os dados gerados pela métrica da paisagem possibilitou verificar a importância das APPs intactas bem como a sua relação com a manutenção do ciclo ecológico, mesmo sob efeito das bordas a questão das conectividades entre os fragmentos através das APPs são importantes para o meio ambiente.

A recuperação das APPs é um tema complexo pois envolve um custo muito alto no qual a maioria dos pequenos produtores não conseguem arcar, por isso a importância de incentivos governamentais na recuperação das áreas degradadas.

Uma proposta de estudo para dar continuidade a este trabalho, seria fazer uma análise detalhada em relação a Reserva Legal utilizando os dados do Cadastro Ambiental e Rural – CAR, que contém informações mais específicas a respeito das propriedades rurais, como a sua área, o seu perímetro, área de floresta, existência de corpos d'água, entre outras informações, e a partir destes dados seria possível fazer uma análise da situação ambiental das propriedades rurais

considerando a questão do computo das APPs nas RLs de acordo com o Novo Código Florestal para todo o município de Tailândia, além de fazer uma atualização dos dados de uso e cobertura da terra.

## REFERÊNCIAS

ACACCIO, G. de M. Ferramentas biológicas para avaliação e monitoramento de habitats naturais fragmentados. In. *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas*. 2 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p.368-289, 2005.

CALDAS, A. J. F.S; FRANCELINO, M. R. Fragmentação florestal na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba: caracterização como subsídio à preservação da Mata Atlântica. *Floresta e Ambiente*.v.16, n.2, p.8-19, 2009.

CHAVES, T.A.; CARVALHO, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S. Padrões de fragmentação da paisagem no município de Céu Azul (Paraná). *Geografia Ensino & Pesquisa*. v. 19, n. 1 jan/abr. p. 72 – 92, 2015. DOI: 10.5902/2236499415639.

CHEN, J.; FRANKLIN, J. F. Microclimatic pattern and basic biological responses at the clearcut edge of old-growth Douglas-fir stands. *Northwest Environmental Journal*. 6: p. 424-425, 1990.

COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS. In. *Investigação Operacional*. 24. p. 109-137, 2004.

DEBINSKI, D. M.; HOLT, R. D. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology*. v. 14, n. 2, April, p. 342-355, 2000.

FARINA, A. Principles and methods in landscape ecology. London: Chapman & Hall Ltd, 1998.

FEARNSIDE, P. M. “Land-tenure Issues as Factor in Environmental Destruction in Brazilian Amazonia: The Case of Southern Pará”. *World Development Journal* v. 29, n.8, p. 1361-1372, 2001.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. *Landscape Ecology*. Wiley, New York. 619 p. 1986.

GAMARRA, R.M. Identificação de fitofisionomias e análise da fragmentação da vegetação na região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú, utilizando imagem de alta resolução 73 f. *Dissertação* (Mestrado em Ecologia e Conservação) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2008.

GASCON, C.; WILLIAMSON, B.G.; FONSECA, G.A.B. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, 288: 1356-1358, 2000.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; ANDRADE, A. C.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; CARVALHO, A. P. F. Forest fragments distribution as related to geomorphological parameters. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 62, Edição especial 2, p. 373-384, 2010.

HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SAUNDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; DAR, R.; JAITEH, M.S.; ESSEEN, P. A. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, Boston, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.

HARRIS, L.D. The fragmented forest. *The University of Chicago Press*. Chicago, 1984.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia –INPA. *Amazônia*. 2015.

JUVANHOL, R. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R.; PIROVANI, D.B.; LOUZADA, F. L. R. O. L.; DIAS, H.M.; TEBALDI, A. L. C. Análise espacial de fragmentos florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, estado do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, 18(4), p. 353-364, 2011.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of tropical patches in Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, v.5, n.2, p. 173-185, 1989.

KAREIVA, P. Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. B (330): p.175-190, 1990.

LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation*. v. 55, n. 1, p. 77-92, 1990.

LAURANCE, W. F. Hyper-disturbed parks: edge effects and the ecology of isolated reserves in tropical Australia. p. 71-83. In: Laurance, W. F.; BIERREGARRD Jr. editors. *Tropical forest*

*remnants, management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, 1997.

LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E.M.; DIDHAM, R.K.; STOUFFER, P.C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.O.; LAURANCE, S.G. & SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16: 605-618, 2002.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, L. H. Consequências Ecológicas da Fragmentação Florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13(3): 434-451, 2009. doi:10.4257/oeco.2009.1303.03.

LAURANCE, S.G.; STOUFFER, P.C. & LAURANCE, W.F. Effects of road clearings on movement patterns of understory rainforest birds in central Amazonia *Conservation Biology*, 18: 1099-1109, 2004.

LOVEJOY T.E.; BIERREGAARD Jr., R.O.; RYLANDS, A. B.; MALCOM, J.R.; QUINTELA, C.E.; HARPER, L.H.; BROWN Jr., K.S.; POWELL, A. H.; POWELL, G.V.N.; SCHUBART, H.O.R.; HAYS, M.B. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULÉ, M.E. (Ed.). *Conservation biology : the science of scarcity and diversity*. Sunderland, MA: *Sinaeur Associates*. p. 257-285, 1986.

MACHADO, W.P. et al. Identificação de padrões de vegetação e análise dos fragmentos florestais a partir do processamento digital de imagens e a análise morfométrica em imagens ASTER no município de Cromínia - GO. *Espaço & Geografia*, vol.15, nº 1. p.229-263, 2012.

MANOSSO, F. C. Estudo integrado da paisagem nas regiões norte, oeste e centro-sul do estado do Paraná: Relações entre a estrutura geoecológica e a organização do espaço. *Boletim de Geografia*, v. 26/27, p. 81-94, 2009. Disponível em <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/7934>. Acesso em 20 jan. 2016.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spacial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351*. Portland, OR: US. Department of Agriculture, Foreste Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p, 1995.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* 71:(3-1): p. 445 - 463. 1999.

\_\_\_\_\_ Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In. JÚNIOR, L. C.; PÁDUA, C.V.; RUDRAN, R. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba. UFPR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p, 2003.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forest: implications for conservations. *Trends in Ecology & Evolution* 10 (2): 58-62, 1995.

POPE, S.E.; FAHRIG, L.; MERRIAM, H.G. Landscape complementation and metapopulation effects on Leopard Frog populations. *Conservation Biology*, 81:2498–2508, 2000.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. *Biologia da Conservação*. Planta. 327 p, 2011.

RODRIGUES, E. Efeito de bordas em fragmentos de floresta. *Cadernos da biodiversidade*. v.1, n.2, dez, p. 1-6, 1998.

SAMPAIO, R. C. N. Efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual no interior do estado de São Paulo. 83 f. *Dissertação* (mestrado em Ciência Agrárias). UNESP, Botucatu, 2011.

SAUNDERS, D. A., HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*., vol. 5, n.1, p. 18-32. 1991. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/227638151\\_Saunders\\_D\\_Hobbs\\_R\\_Margules\\_C\\_Biological\\_Consequences\\_of\\_Ecosystem\\_Fragmentation\\_A\\_Review\\_Conservation\\_Biology](https://www.researchgate.net/publication/227638151_Saunders_D_Hobbs_R_Margules_C_Biological_Consequences_of_Ecosystem_Fragmentation_A_Review_Conservation_Biology)>. Acesso em: 13 jan 2016.

SHAFER, C.L. Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice. *Smithsonian Institute Press*. Washignton, 1990.

SHARPE, D.M. Sharpe, D.M., Guntenspergen, G.R., Dunn, C.P., Leitner, L.A.; Stearns, F. et al. Vegetation dynamics in a southern Wisconsin agricultural landscape. In: TURNER, M.G. *Landscape heterogeneity and disturbance*. New York, Springer Verlag, p.137-55, 1987.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. Padrões espaciais de fragmentação florestal na Flona do Ibura-Sergipe. *Mercator*, v.13, n.3, p. 121-137, 2014. DOI: 10.4215/RM2014.1303. 0009. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v13n3/1676-8329-mercator-13-03-0121.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2016.

SOARES-FILHO, B. S. Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica. *Tese (Doutorado)* - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 299 p. 1998.

SOARES-FILHO, B.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; McDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; McGRATH, D. Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados*. [online]. vol.19, n.54 p. 137-152, 2005 Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000200008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000200008&script=sci_arttext) . Acesso em: 2 out. 2015.

SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.; DIAZ, M. C. V.; RIVERO, S.; SOLÓRZONO, L.; VOLL, E. Simulating the Response of Land-Cover Changes to Road Paving and Governance Along a Major Amazon Highway: The Santarém-Cuiabá Corridor. *Global Change Biology*, v. 10, n. 7, p. 745-764, 2004.

SÖDERSTRÖM, B.; PÄRT, T. Influence of landscape scale on farmland birds breeding in semi-natural pastures. *Conservation Biology*, 14: p. 522–533, 2000.

STRATFORD, J.A. & STOUFFER, P.C. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. *Conservation Biology*, 13: 1416-1423, 1999.

TAVARES, M. G da C. A Amazônia brasileira: formação histórico-territorial e perspectiva para o século XXI. *Espaço e Tempo*. 29 - Especial: 107-121. 2011.

VALÉRIO FILHO, M. Gerenciamento de bacias hidrográficas com aplicação de técnicas de geoprocessamento. In: TAUKE - TORMELO, S.M. *Análise ambiental: estratégias e ações*. Rio Claro: Centro de Estudos Ambientais – UNESP. p.135-140,1995.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A.; BATISTA, J. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: LAURANCE, W.F. and BIERREGAARD, R.O. Editors, *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. Chicago, IL, p. 351–365, 1997.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF*, São Paulo, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VOLOTÃO, C. F. de S. *Trabalho de Análise Espacial: Métricas do FRAGSTATS*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Jose dos Campos. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser431/trabalhos/fragstats.pdf> >. Acesso em: 10 ago. 2016.