

Aspecto Fisiográficos da Floresta Nacional do Tapajós e seu Entorno – Oeste do Pará, Brasil

Physiographic aspect of the Tapajós National Forest and its surroundings - West of Pará, Brazil

Leonardo Sousa dos SANTOS ¹; Lucieta Guerreiro MARTORANO ²; Carlos Benedito Barreiros GUTIERREZ ³; Altem Nascimento PONTES ⁴; Orleno Marques da SILVA ⁵; Dione Margarete Gomes GUTIERREZ ⁶

Recibido:02/08/16 • Aprobado: 25/08/2016

Conteúdo

1. Introdução
 2. Materiais e métodos
 3. Resultado e Discussão
 4. Considerações Finais
- Referências

RESUMO:

Estudos de aspectos fisiográficos ambientais vêm ganhando importância no meio científico em razão do papel que estes estudos desempenham nos processos de análises ambientais, envolvendo o levantamento, análise e síntese dos compartimentos ambientais. O objetivo deste estudo é contribuir para a descrição dos compartimentos ambientais da Floresta Nacional do Tapajós (FNT) e Área de Entorno (AE) de forma acurada, para proporcionar aos interessados no tema um panorama minucioso da área de estudo. Para atingir este objetivo utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG) Q.Gis 2.8; informações compiladas oriundas de bases vetoriais secundárias de instituições do Governo Federal; trabalho em campo e imagens dos padrões físico ambiental da FNT+AE. Os resultados apontaram que rede de drenagem é um dos principais aspectos da FNT+AE, estando relacionada não só com a pluviosidade e topografia, como também com a cobertura vegetal, o tipo de solo e outros elementos ambientais. Com os trabalhos em campo pode-se constatar que as encostas com altas declividades apresentam vegetação de maneira esparsa e alterada. As caracterizações fisiográficas apresentadas tiveram caráter de pré-diagnóstico, sendo necessários estudos futuros que possam apontar o grau de vulnerabilidade ambiental da região considerando os impactos ambientais e a questão econômica da região, principalmente os impactos gerados pela expansão a agricultura de grão.

Palavras-chave: análises geoambientais; compartimentação ambiental; unidade de conservação.

ABSTRACT:

Studies with environmental physiographic aspects are gaining importance in the scientific community for the role that these studies have in the process of environmental analysis, regarding the survey, analysis itself and synthesis of the environmental compartments. The aim of this study is to contribute with the environmental description of compartments of the Tapajós National Forest (TNF) and Surrounding Areas (SA) accurately, to provide for the ones who are interested in this subject a thorough overview of the studied area. To achieve such objective, the Geographic Information System (GIS) Q.Gis 2.8, compiled information from Federal Government's secondary base vectors institution, field work and images of physical environmental standards TNF + SA was used. The results indicate that the drainage system is one of the principal aspects of TNF + SA and is associated not only with the rainfall and topography, but the vegetation cover, soil type and other environmental elements as well. With the field work, it can be seen that sharp slopes have a sparse and modified vegetation. The presented physiographic characterizations had a pre-diagnostic feature, but with future studies being necessary, these might indicate the degree of environmental vulnerability of the region considering the environmental impacts and economic issues of the region, especially the impacts generated by the expansion of grain agriculture.

Keywords: geo-environmental analysis; environmental compartmentation; conservation unit.

1. Introdução

Os aspectos fisiográficos estão relacionados a características de três elementos básicos, recursos hídricos, relevo e vegetação. Com relação à caracterização fisiográfica, sua importância se deve ao papel que desempenham nos processos de auxílio de análises ambientais, organizando uma estrutura que envolve levantamento, análises e síntese dos compartimentos ambientais de uma determinada área de estudo (SIQUEIRA e HENRY-SILVA, 2011).

No processo de compartimentação ambiental para estudo de aspectos fisiográficos as geotecnologias são ferramentas de elevado potencial nas análises geoambiental detalhadas, de maneira rápida, principalmente no que tange ao papel dos recursos hídricos, relevo, vegetação e suas repercussões sobre as diversas atividades humanas, dentre as mais relevantes, são as possíveis implicações na variabilidade climatológica e impactos ambientais (ROSA, 2011; DE OLIVEIRA, et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2013).

As caracterizações dos aspectos fisiográficos são geralmente realizadas por meio da coleta de dados em campo e utilização de informações secundárias, como levantamentos bibliográficos e cartográficos existentes da área de estudo (ANDRADE et al., 2008; VANZELA, HERNANDEZ e FRANCO, 2010). Neste sentido, na metodologia de caracterização fisiográfica é essencial que se tenha mapas com os quais possa ilustrar e servir de partida para caracterização fisiográfica da área em estudo (DA SILVA, XAVIER e ZAIDAN, 2004).

Assim, os estudos das compartimentações fisiográficas voltam-se para a caracterização dos elementos interdependentes e indissociáveis do meio natural, embasado nas relações estabelecidas entre esses elementos as ações antrópicas (BARROS e CASTRO, 2006). Desta forma, o estudo fisiográfico justifica-se pela necessidade de conhecer e apreciar as realidades ambientais de área de uma área em estudo. Os resultados de estudos fisiográficos ambiental podem servir também para informar, educar e conscientizar populações, que são as principais vítimas do mau uso dos recursos naturais.

Objetivo principal do estudo é contribuir para a descrição dos compartimentos ambientais mais detalha e precisa possível para proporcionar aos interessados no tema um panorama da Floresta Nacional do Tapajós (FLONA Tapajós) e seu entorno, em especial para registrar algumas das características geoambiental mais relevantes. O presente estudo e as análises podem ser utilizados para subsidiar uma série de estudos técnicos que permitirão contribuir com os procedimentos de gestão e racionalização da área em estudo.

2. Materiais e métodos

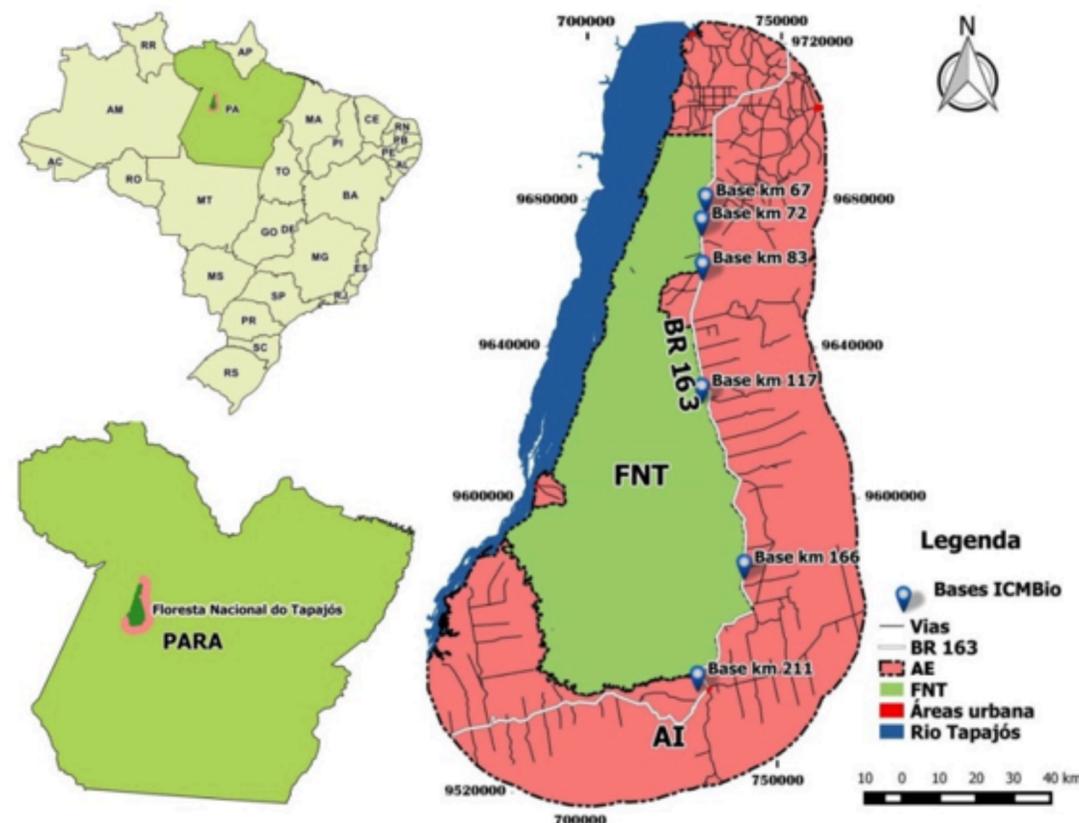
2.1. Área de estudo

Neste trabalho, o recorte temático de análise será focado na caracterização de aspectos fisiográficos da Floresta Nacional do Tapajós (FNT) localizada no Estado do Pará, entre os paralelos 2º 28' 52,25" e 4º 23' 1,09" de latitude sul e entre os meridianos de 54º 31' 35,62" e 55º 40' 48,41" de longitude oeste.

A FNT é uma unidade de conservação de Uso Sustentável classificada na categoria Floresta Nacional, criada pelo Decreto nº 73.684 de fevereiro de 1974, com área estimada de 527,36 há. Na Figura 1 fez-se a identificação da área total desse trabalho que corresponde a Floresta Nacional do Tapajós (FNT) e Área de Entorno (AI) que corresponde a uma faixa de 30 km do entorno da FNT. Nas duas subáreas e seus arredores há fragmentos florestais e um misto de atividades relacionadas à agricultura, pecuária extensiva e de leite, fruticultura, áreas de manejo florestal, usadas pela Cooperativa Mista da Floresta Nacional do Tapajós (COOMFLONA), dentre outros (CORDEIRO, 2004; LISBOA 2015). O clima predominante, é do tipo Am3, caracterizado por uma faixa em

que existem meses menos chuvosos inferiores a 60 mm e precipitação pluviométrica anual varia de 2.000 a 2.500mm de acordo com o (MARTORANO et al., 1993).

Figura 1 - Localização da Floresta Nacional do Tapajós e Área de Entorno.



2.2. Ferramentas computacionais e sistemas de informações geográficas

Para o referido trabalho utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG) Q.Gis 2.8, versão *Wien*, licenciado pela *General Public License* (GNU). Na primeira etapa, realizou-se a construção das bases vetoriais da rede de drenagem a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do mosaico das cenas S03W056, S04W056, S03W055 e S04W055, adquiridas no formato "geotif", disponibilizado gratuitamente pelo governo norte americano através da *United States Geological Survey* (USGS). Nesta etapa utilizou-se o complemento *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (*TauDEM*), instalado na plataforma Q.Gis 2.8.

Na segunda etapa, com o complemento *TauDEM* realizado os seguinte procedimentos de Processamento Digital de Imagens (PDIs): eliminou-se as possíveis depressões presentes no MDE através do algoritmo *Pit Remove* e posteriormente fez-se os processos de geração de direção de fluxo (*D8 Flow Directions*), área de contribuição corresponde aos limites da bacia hidrográfica (*D8 Contributing Area*) e rede de drenagem (*Stream Definition by Threshold*). A validação das informações hidrológicas gerada com *TauDEM* foram executadas por meio de sobreposição da base vetorial dos rios do mapeamento sistemático na escala do milionésimo da ANA.

Na terceira etapa, forma compiladas informações oriundas de bases vetoriais secundárias, em formato *shapefile*, disponibilizadas por instituições reconhecidas pelo Governo Federal, tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA); Ministério do Meio Ambiente (MMA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM); Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) (CARVALHO e DI MAIO, 2011). Por fim, fez-se estudo sobre os aspectos físicos ambiental da FNT+AI, referindo-se a hidrografia, relevo, solo e uso e cobertura da terra.

Por fim, realizou-se trabalho de campo onde se documentou imagens dos padrões físico ambiental da FNT+AE, bem como outras condições ambientais da área em estudo. Fez-se registros fotográficos para evidenciar alterações ambientais importantes com áreas de cultivos, pasto e outros usos e ocupações da terra na região. Ainda nesta etapa, foram utilizadas: pranchetas para anotação, câmera fotográfica, e o receptores de Sistema de Posicionamento Global (GPS) modelo "*Garmim Etrex 30*" para levantamento de campo e geoprocessamento.

3. Resultado e Discussão

A rede de drenagem é um dos principais aspectos da FNT+AE, pois se caracteriza como uma região de grande manancial hídricos, que contribui para o regime hidrológico local e regional, de onde divergem os sistemas de drenagens de 5º ordem, estando relacionada não só com a pluviosidade e topografia, como também com a cobertura vegetal, o tipo de solo dentro outros elementos ambientais (DE OLIVEIRA et al., 2013). De acordo com a fisiografia da FNT+AE, podemos destacar que é uma rede de drenagem do tipo dendrítica muito ramificada com 1.690 canais de drenagens, totalizando 5.933,05 km de comprimento de canais, conforme Figura 1.

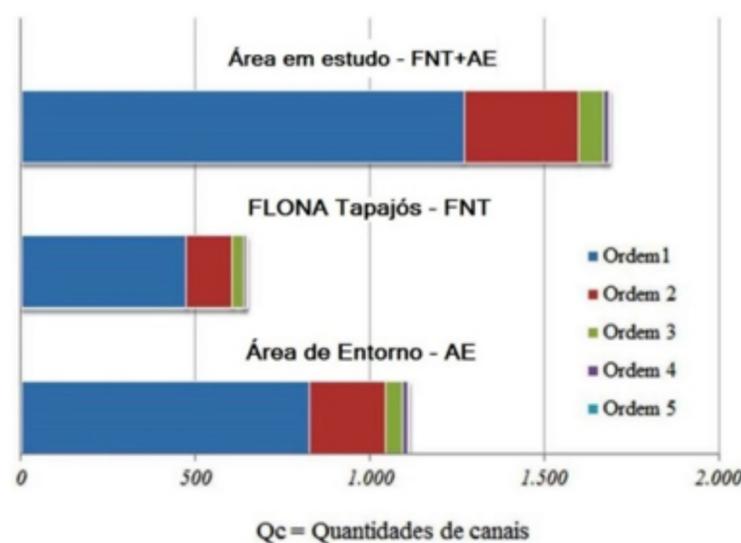
Figura 2 - Modelo digital tridimensional da rede de drenagem da FNT+AE



Ainda em termo hidrológico, os rio e igarapés que drenam a FNT+AE são em sua grande maioria, permanentes e apresenta regime de escoamento na estação de verão, quando a vazão aumenta consideravelmente, em decorrência da elevada pluviosidade que variam de 2.000 a 2.500mm de acordo com o

(MARTORANO et al., 1993). A FNT tem 646 canais totalizando um comprimento total de 2.214,25 km e a AE tem 1.111 canais com um comprimento total de 3.669,19 km. Neste contexto, observa-se que a FNT+AE contribuem sobre maneira no regime hidrológico local. Na Figura 3, ilustra-se a comparação dos números de canais entre as subáreas em análises, onde a AE supera numericamente em 65 % os números de canais da FNT, mostrando ser uma área com um sistema de bacias bem drenadas.

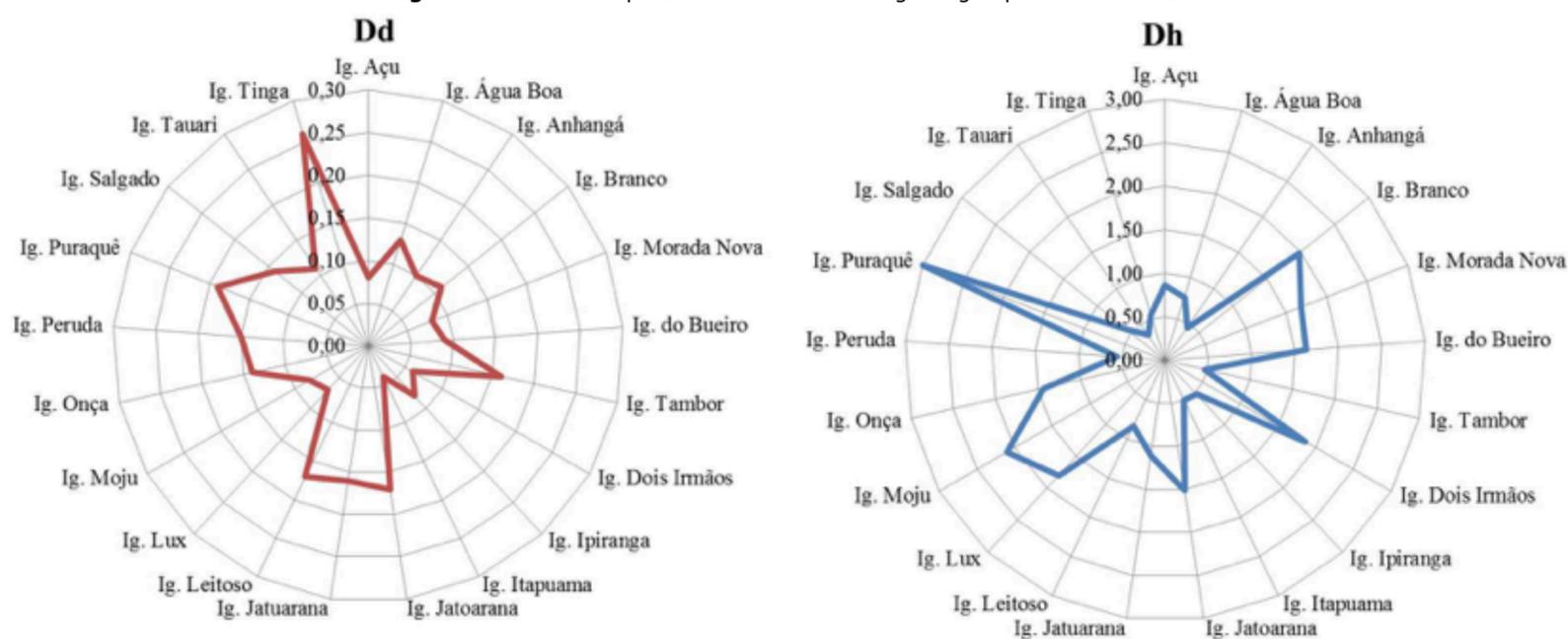
Figura 3: Descrição comparativa das quantidades de canais da FNT+AE



Fonte: Processamentos do próprio autor

Na Figura 4, tem-se o gráfico de descrição comparativa das informações de Densidade drenagem (Dd) e Densidade hidrográfica (Dh) da FNT+AE, onde é possível também identificar o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem das subáreas. Quanto a informações Dd os igarapés Itapuama, Dois Irmãos, Lux, Açu, Morada Nova, Moju, Bueiro, Anhangá, Tauari e Branco possuem baixo grau de desenvolvimento do sistema de drenagem em relação à média de Dd. Analisando a Dh os igarapés Tauari, Anhangá, Tambor, Itapuama, Ipiranga, Tinga, Salgado, Peruda, Água Boa, igarapé Açu e Jatuarana possuem baixa capacidade de drenagem em relação à média de densidade hidrográfica.

Figura 4: Análise comparativa de Dd e Dh de alguns igarapés da FNT + AE



Fonte: Processamentos do primeiro autor

No que concerne o aspecto fisiográficos de relevo a FNT+AE têm 4.638,72 km² (31,69 %) enquadrado com terreno ondulado, sendo 1.703,29 km² (11,64%) estão na FNT e 2.935,43 km² (20,05%) na AE. O relevo plano ocupa uma área de 3.515,58km² (24,02%) da FNT+AE. A AE se destaca por possuir mais de 16% (2.441,63 km²) de terrenos do tipo planos, onde estão concentradas as maiores área de cultivos de grãos no entorno FNT, principalmente no município de Belterra. Com relação as área de topo de morro ou com inclinação de 45%, identificou-se que na FNT+AE há mais de 200 km² de área protegida por lei, correspondendo a 1,57 % da área em estudo, sendo 0,68% (100,23 km²) na FNT e 129,44 km² (0,88 %) na AE, respectivamente. Outros resultados relevantes quanto aos aspectos de relevo e declividade estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição das classes de altimetria e declividade da FNT+AE

Classes	Declividade (%)	Área (km ²)	%
a) Área de estudo (FNT+AE)			
Plano	0 - 5	3.515,58	24,02
Suave ondulado	5 -10	3.226,82	22,04
Ondulado	10 - 20	4.638,72	31,69
Forte ondulado	20 - 45	3.023,99	20,66
Montanhoso	45 - 75	229,67	1,57
Escarpado	>75	3,14	0,02
b) Floresta Nacional do Tapajós - FNT			

Plano	0 - 5	1.073,95	7,34
Suave ondulado	5 -10	1.121,45	7,66
Ondulado	10 - 20	1.703,29	11,64
Forte ondulado	20 - 45	1.253,51	8,56
Montanhoso	45 - 75	100,23	0,68
Escarpado	>75	0,72	0,00
c) Área de Entorno - AE			
Plano	0 - 5	2.441,63	16,68
Suave ondulado	5 -10	2.105,37	14,38
Ondulado	10 - 20	2.935,43	20,05
Forte ondulado	20 - 45	1.770,48	12,10
Montanhoso	45 - 75	129,44	0,88
Escarpado	>75	2,42	0,02

Fonte: Processamentos do próprio autor

Na Figura 5, observam-se os aspectos gerais do relevo na FNT+AE, no sentido norte-sul, que tem predominante de plano a ondulado, com declividades entre 0 e 20 %, concentrados principalmente na porção norte. Observam-se também os aspectos do terreno ondulado ao longo da BR 163, com altitudes variando de 105 m a 174 m, predominando as áreas com pastagens pela pecuária extensiva. Com os trabalhos de campo pode-se constatar que as encostas com altas declividades apresentam vegetação ainda que de maneira esparsa e pouco alterada (Figura 5), sendo estas importantes elementos controladores dos processos erosão e hidro geomorfológicos local.

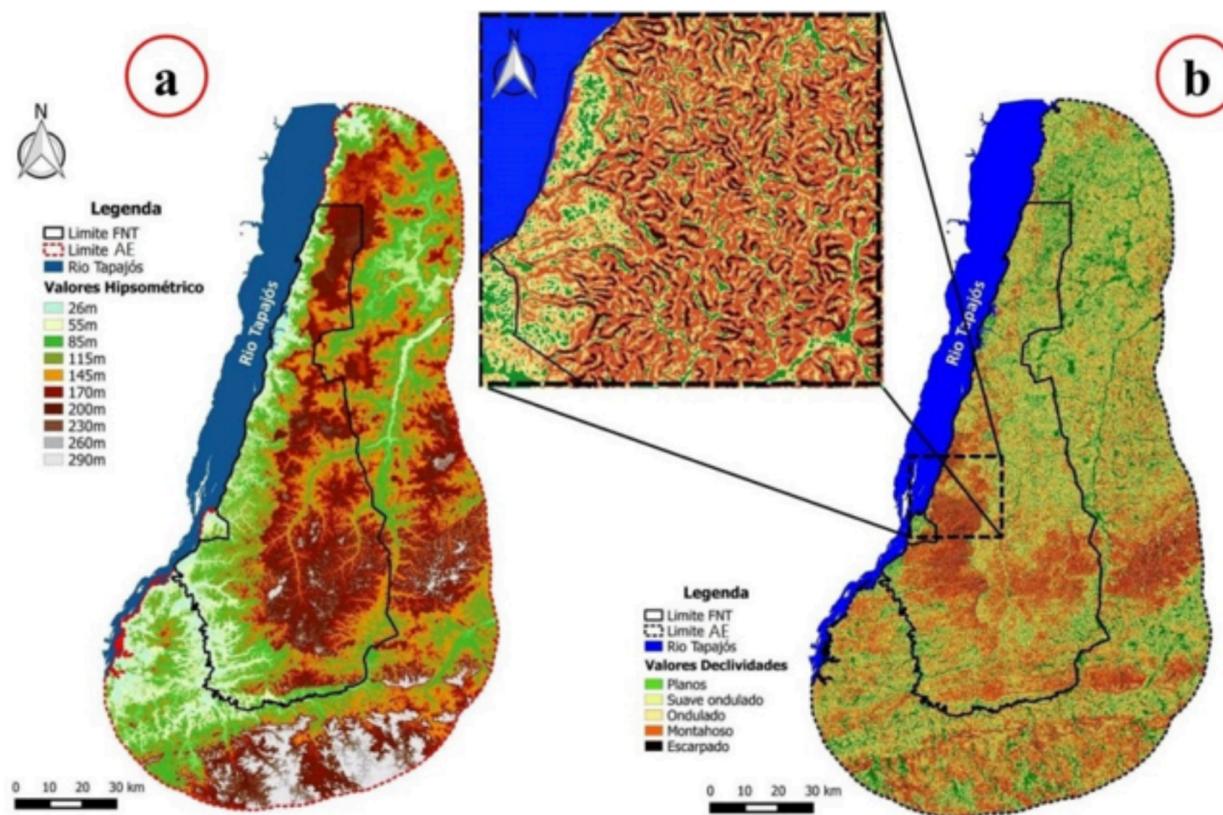
Figura 5: Visão panorâmica das vertentes norte/sul com relevo plano/ ondulado na FNT+AE.



Fonte: Fotografia dos autores

Na Figura 6a, ilustra-se a distribuição altimétrica e de declividade da FNT+AE, onde é possível identificar uma amplitude altimétrica de 269 m da FNT+AE. Observa-se também que na região sul da FNT existe predomínio de terreno do tipo escarpado, onde ocorrem as nascentes de cabeceiras que são abastecidas pelas chuvas. As atividades de antrópicas em áreas altas e baixas declividades podem provocar processos erosivos, a poluição da água e do solo, poluição de origem agroindustrial e a poluição do ar pelas queimadas que são provocadas intencionalmente ou não.

Figura 6 - Aspectos altimétrico e de declividade da FNT+AE



Fonte: Primeiro autor

O mapa de exposição solar da FNT+AE, identificou-se que na FNT há mais de 40 % do território com elevada exposição solar, seguido de 18,30 % (2.678,46 km²) de área com média exposição solar e 40,74 % (5.963,37 km²) de baixa exposição solar, conforme Tabela 2. A AE tem a maior extensão territorial com elevada exposição solar (11,05 %), sendo a diferença entre as subáreas em análise de 1.617,30km². No que concerne às áreas com nascente identificou-se que 45,6 % das nascentes (603 pontos de nascentes) na FNT+AE estão com baixa exposição solar, sendo 403 nascentes na FNT e 200 nascentes na AE. Outros resultados relevantes quanto aos aspectos de exposição solar na FNT+AE estão descritos na Tabela 2.

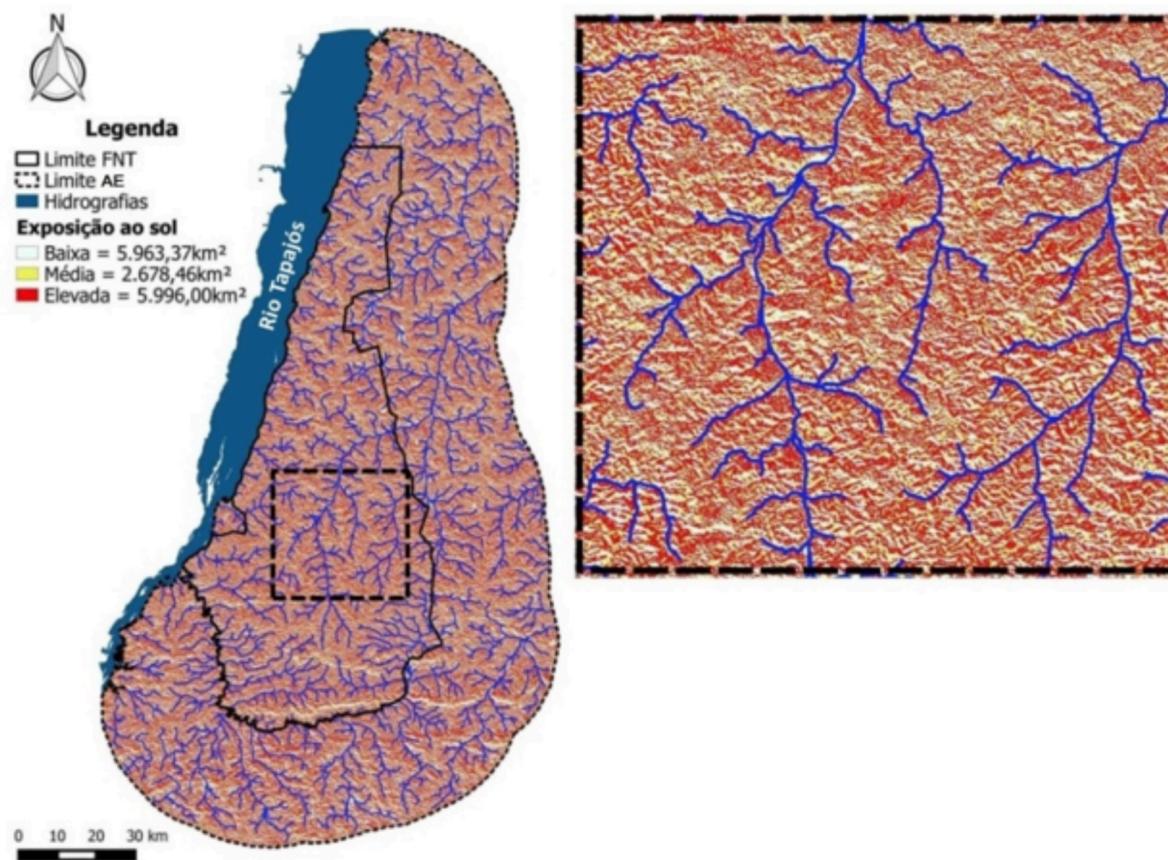
Tabela 2: Distribuição das classes de exposição da FNT+AE

Exposição ao sol	Área (km ²)	%	Nascentes	%
a) Área de estudo (FNT+AE)				
Baixa exposição ao sol	5.963,37	40,74	603	45,6
Média exposição ao sol	2.678,46	18,30	203	15,3
Elevada exposição ao sol	5.996,00	40,96	512	38,7
b) Floresta Nacional do Tapajós – FNT				
Baixa exposição ao sol	2.071,99	14,16	403	30,4
Média exposição ao sol	996,41	6,81	127	9,6
Elevada exposição ao sol	2.189,35	14,96	311	23,5
c) Área de Entorno - AE				
Baixa exposição ao sol	3.891,38	26,58	200	15,1
Média exposição ao sol	1.682,05	11,49	76	7,7
Elevada exposição ao sol	3.806,65	26,01	201	15,2

Fonte: Processamentos do próprio autor.

Na Figura 7, ilustram-se as áreas de baixa, média e elevada exposição aos raios solares, tomando como referencia os pontos cardeais, que foram obtidas através da simulação do nível de luz (ou sombra) refletida pelo relevo ao ser iluminado. De acordo com Fonseca (2010), a predominância de exposição solar são elementos fisiográficos fundamentais, pois estabelecem uma ligação entre o relevo e as nascentes de orientação sul e leste que são consideradas com área úmidas ao passo que os relevos com orientação ao norte e oeste são áreas dispersores de unidade.

Figura 7 - Exposição solar na FNT+AE



Fonte: Primeiro autor

Uma das maiores preocupações na FNT+AE são os focos de incêndios florestais, cada vez mais frequentes em períodos de estiagem ou na maioria das vezes, de maneira intencional, motivados pela necessidade de novas áreas de pastagens e/ou introdução de atividades agrícolas, conforme se observado em campo. Os efeitos das ocorrências de incêndio na FNT são devastadores aos ecossistemas, recursos hídricos e solo, acarretando muitas das vezes segundo Lisboa 2015, a perda de indivíduos de espécies da flora e fauna e empobrecimento do solo. Neste contexto o mapa de exposição solar pode-se entender a dinâmica de do aquecimento do solo pelos raios solares, sendo também um importante recurso para prevenção e combate a incêndio florestal.

Os solos da área de estudo são diversificados, entre eles se destacam a predominância de LATOSSOLO AMARELO textura argilosa a muito argilosa na FNT+AE, o que corresponde a uma extensão territorial de 8.445,11 km², correspondendo a 58 % das subáreas em análises. O solo do tipo ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO (PV78) teve uma extensão territorial de 3.152,44 km², representando 21,61 % da FNT+AE. Com os processamentos realizados identificou-se que não há solo do tipo LATOSSOLOS (LA19) na AE sendo este presente apenas na FNT com uma extensão 168,06 km². Os solos ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO também ocupam grande porção territorial na FNT+AE, correspondendo a uma área de 6.191,09 km², representando 42,46 % das subáreas, conforme Tabela 3.

Sobrepondo as classes de solo e rede hidrográfica da FNT+AE identificou-se que 1.094 canais estão sobre solo do tipo LATOSSOLO AMARELO, 838 canais sobre ARGILOSO VERMELHO AMARELO e 9 canais sobre LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, representando, respectivamente, 3.586,48 km, 2.310,01 km e 2,29 km de comprimento de rede de drenagem da FNT+AE. Dentre os principais canais de drenagens da FNT+AE que estão sobre o solo do tipo LATOSSOLO AMARELO estão os igarapés: Branco, Dois Irmãos, Jatoarana, Morada Nova, Mojuí dos Campos, Moju, Una, Tauari, Peruda, Puraquê, Tambor, Tinga, Jurapari e Anhangá. No solo do tipo ARGILOSO VERMELHO AMARELO na FNT+AE estão os igarapés: Água Boa, Tambor, Itapuama, Leitoso, Lux, Marol, Tauari, Itapuama, Moju, Onça, Tinga, Salgado; e, no LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, os rios: Cupari e o Cupari Braço Leste.

Tabela 3 - Distribuição das classes de pedologia da FNT+AE

Pedologia	FNT+AE		FNT		AE	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
LA1	667,48	4,58	378,56	2,60	288,92	1,98
LA2	248,56	1,70	1,70	0,01	246,86	1,69
LA 4	2.498,32	17,13	664,71	4,56	1.833,61	12,57
LA10	4.597,79	31,53	1.500,09	10,29	3.097,70	21,24
LA14	146,46	1,00	1.305,98	8,96	1.452,44	9,96
LA 16	118,44	0,81	54,00	0,37	64,44	0,44
LA19	168,06	1,15	168,06	1,15	0,00	0,00
LV5	58,29	0,40	0,16	0,00	58,13	0,40
PV6	90,78	0,62	0,27	0,00	90,51	0,62
PV9	993,85	6,82	3,98	0,03	989,87	6,79
PV10	1.047,24	7,18	3,37	0,02	1.043,87	7,16
PV66	848,49	5,82	380,08	2,61	468,41	3,21
PV78	3.152,44	21,62	2.139,54	14,67	1.012,90	6,95

Fonte: Dados compilados em SIG/CPRM

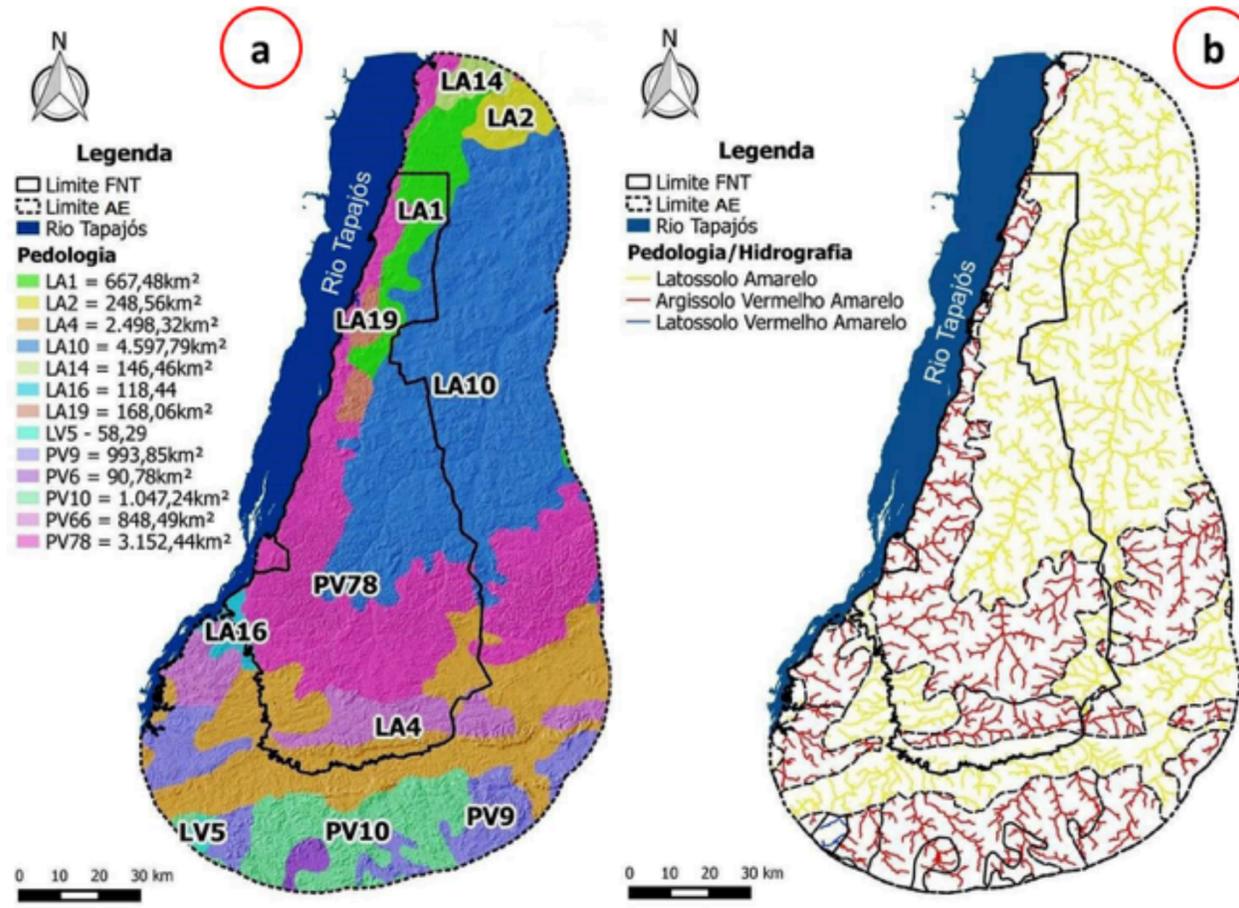
Na Figura 8a, ilustra-se a distribuição das classes pedológicas na FNT+AE e suas respectivas extensões. Nota-se que os LATOSSOLOS AMARELOS (LA10)

estão presentes em 4.597,79 km² da FNT+AE e os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO (PV78) com 3.152,44 km² de extensões territoriais, correspondendo respectivamente a 31,53 % e 21,62 % das subáreas. Nota-se na Figura 8b, que existem canais que nascem em terreno do tipo ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO (cor vermelha) e, posteriormente passam a pertencer a solo do tipo LATOSSOLOS AMARELOS. Na FNT+AE há 5.372,75 km² (36,62 %), 1.525,88 km² (10,40 %) e 990,12 km² (6,74 %) de floresta, vegetação secundária e pasto sobre LATOSSOLO AMARELO.

Sobre solo do tipo ARGILOSO VERMELHO AMARELO na FNT+AE há 4.651,62 km² (31,70 %), 661,98 km² (4,51 %) e 617,62 (4,20 %) sobre floresta, vegetação secundária e pasto, respectivamente. Estudos fisiográficos do solo na FNT+AE adquirem grande importância no processo de análise do comportamento do solo para o sistema agroflorestal na AE, principalmente para estudo das alterações do solo, recuperação ou manutenção do seu potencial agrícola e capacidade de retenção hídrica (DE OLIVEIRA MARQUES et al., 2004).

Nas subáreas em análises foram identificadas as seguintes classes de uso e cobertura da terra: agricultura anual, área urbana, floresta, mineração, mosaico de ocupações, pastos limpos, pastos sujos, regeneração com pastos, vegetação secundária, desflorestamento, área não observada e outros. A Figura 9a, ilustra a distribuição das classes de uso e cobertura da terra e suas respectivas extensões territoriais: Agricultura anual (215,50 km²), Área urbana (39,64 km²), Ocupações (104,16 km²), Pastos (1.167,57 km²), Floresta (10.199,24 km²), Vegetação secundária (2.200,94 km²) e mineração (0,08 km²).

Figura 8 - Sobreposição das classes de Pedologia e rede drenagens da FNT+AE.



Fonte: Primeiro autor.

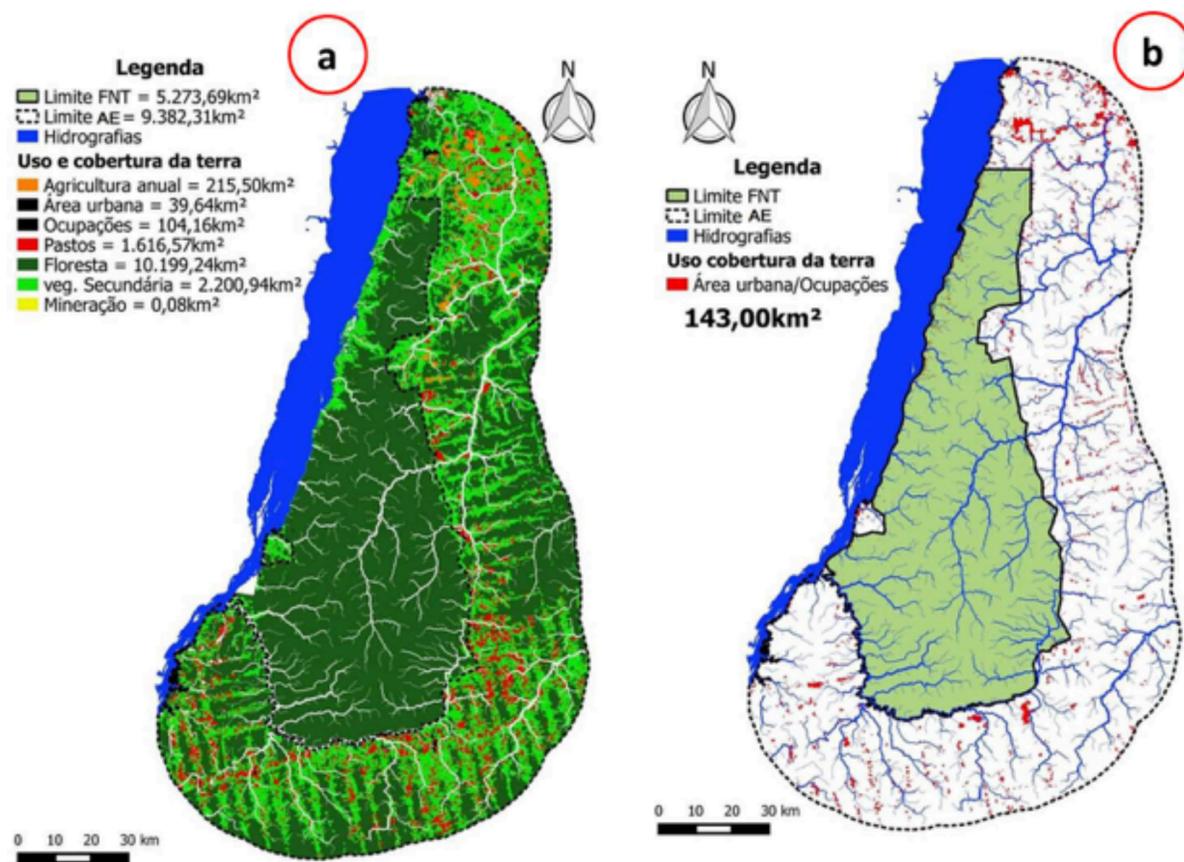
Por meio da análise dos mapas de Uso do Solo e Cobertura Vegetal, somada as informações obtidas em campo, foi possível observar as diferentes entre as classes de vegetação secundária, pastos, agricultura anual, área urbana/mosaico de ocupações de área agricultura anual e urbana/ocupações, estão próxima à cota altimétrica de 85 m. Na Figura 9b, ilustra-se a distribuição das classes de uso do solo e as áreas urbana/ocupações, ao norte e ao sul, correspondendo a uma extensão territorial de 143,00 km², representando 0,98 % da FNT+AE.

Assim as áreas, norte e sul, destacam-se pelas diversidades de uso do solo, com ocorrências de mancha de pasto, cultivos agrícolas e ocupação humana diversificada que podem afetar o balanço hídrico, alterando as componentes do ciclo hidrológico e, por conseguinte, influenciando na disponibilidade da água nas bacias (CARVALHO, BRUMATTI e DIAS, 2012). A mineração na AE mesmo ocupando uma área pequena, podem causar impactos severos sobre a floresta, os leitos dos rios e a qualidade das águas (VERÍSSIMO et al., 2011).

Na Figura 10a, ilustram-se os 69 % de classe de floresta da FNT+AE, sendo 34 % na FNT, com algumas fragmentações florestais ao norte, leste e sul da AE. Na Figura 10b, Observa-se a distribuição espacial dos 2.200,94 km² de vegetação secundárias na FNT+AE, tendo a FNT e a AE uma extensão territorial de 160,99 km² e 2.039,95 km², respectivamente. Desta forma, observa-se também na Figura 10b que a maior parte da vegetação secundária (macha verde clara) esta na AE, onde também se observa uma maior fragmentação florestal, conforme Figura 10a.

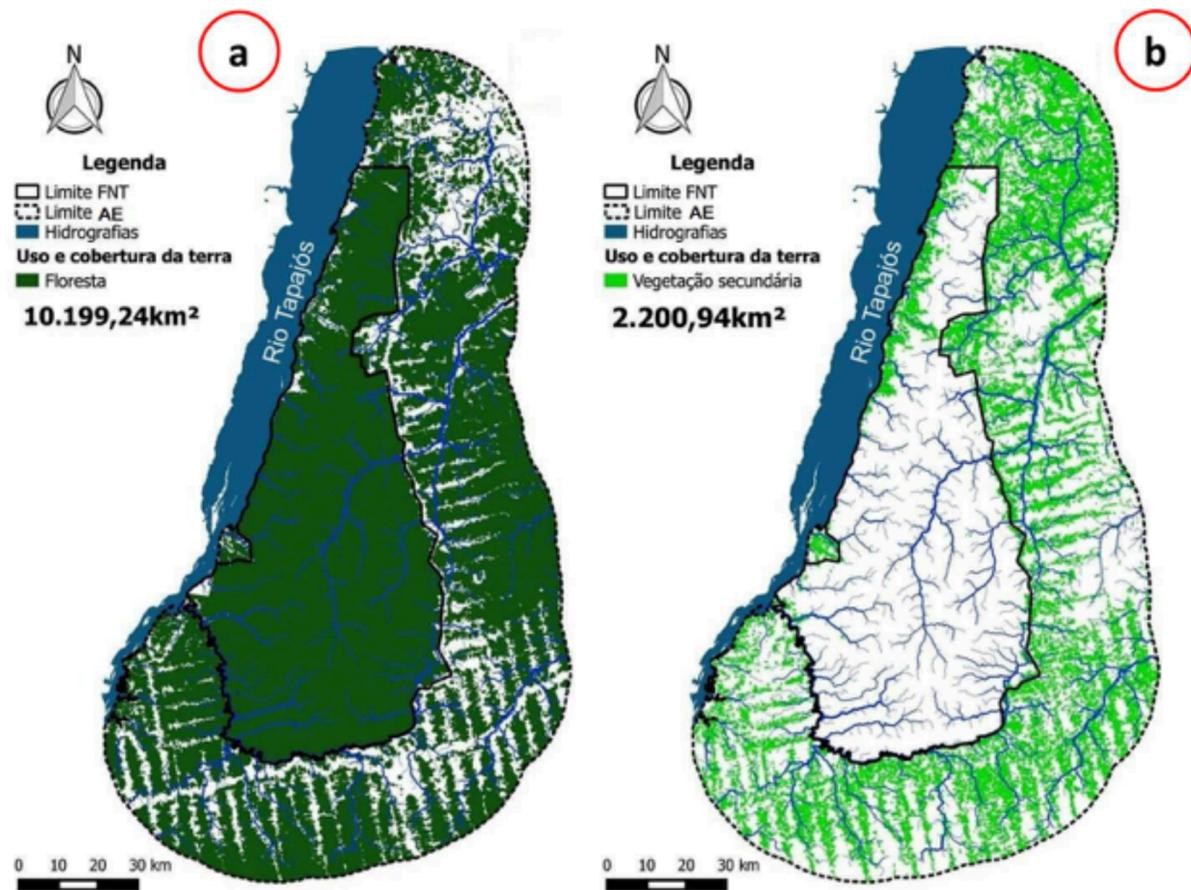
Assim, a perda de vegetação na AE podem gerar problemas como perda de patrimônio genético, comprometimento do *habitat* da fauna, erosão das encostas e comprometimento dos recursos hídricos (FREIRE, 2013).

Figura 9 - Uso e cobertura do solo e área urbana na FNT+AE



Fonte: INPE/TerraClass, 2012

Figura 10 – Uso e cobertura de floresta e vegetação secundária na FNT+AE



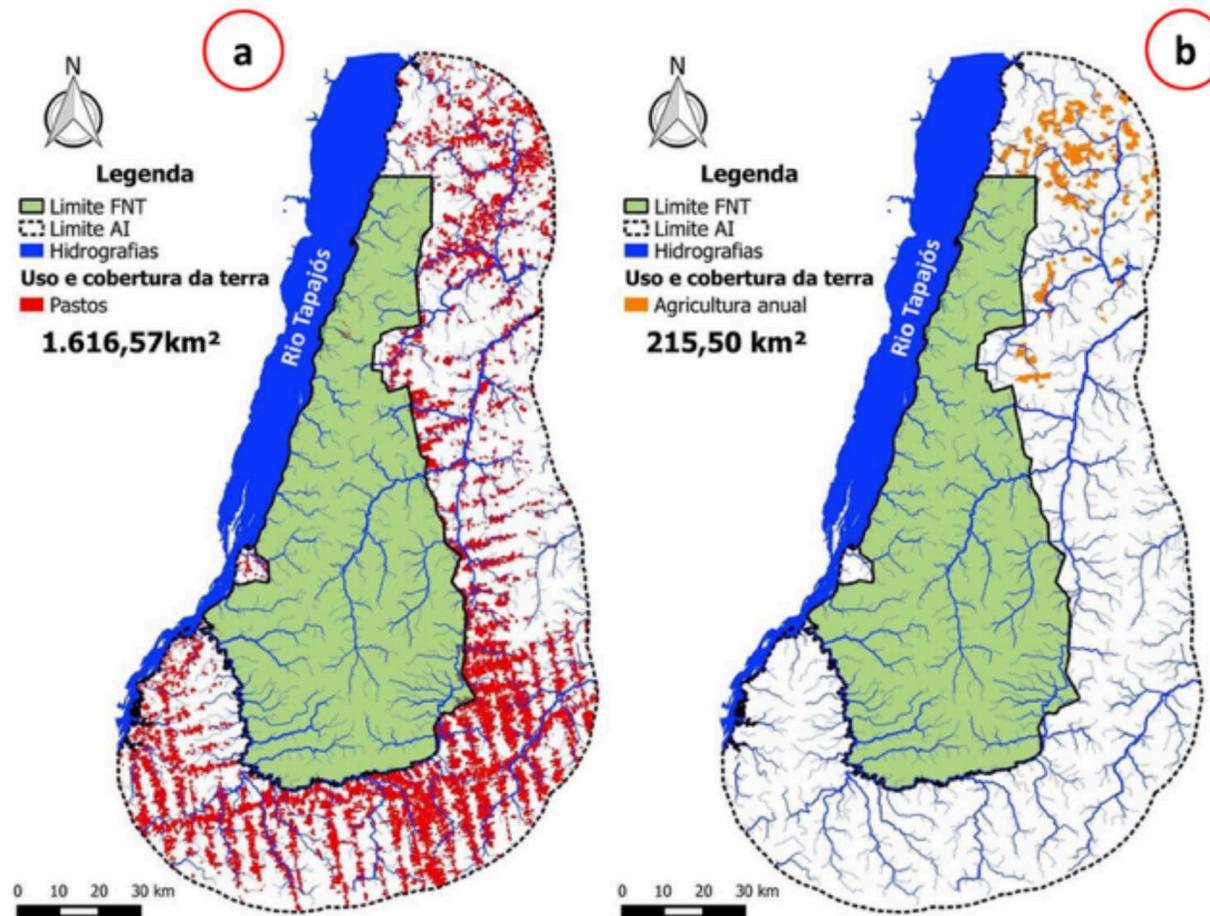
Fonte: INPE/TerraClass, 2012

A pecuária extensiva praticada na AE traz sérias consequências, principalmente incêndio na estação mais seca de invernos, onde com trabalho de campo foi possível identificar a ocorrência de diversos focos de fogo no entorno da FNT. Na Figura 11a, tem-se a distribuição das pastagens na FNT+AE, sendo a classe de pasto limpo a maior extensão territorial, com 29 % ao sul das subáreas em análise, seguido de 8% de pasto sujo e 7 % de regeneração com pasto. Na Figura 11b, ilustra-se a distribuição territorial da agricultura anual, principalmente a de soja, ao longo da BR-163, na AE.

Por sua vez, o avanço do pasto e agricultura anual vem exercendo um forte pressão sobre a FNT, colocando sob ameaça de perder futuramente o *status* de Unidade de Conservação (DE MELO FERREIRA, 2012). Este tipo de expansão decorrente do desmatamento vem provocando uma fragmentação e isolamento das manchas de cobertura vegetal de diferentes tamanhos, conforme ilustrado anteriormente (Figura 10), podendo causar modificações nos fluxos de calor (insolação), luz e modificação do regime de ventos (LISBOA, 2015). Assim, quanto mais fragmentada estiver a área, maior será a heterogeneidade da paisagem, o que implica no aumento das perturbações nesses ambientes (LOPES e VIALÔGO, 2013; DA SILVA; MELO, 2014; LISBOA, 2015).

Observou-se que há uma pressão do modo de produção agropastoril sobre a FNT onde as matas são alteradas nos trechos influenciados pelas atividades agropecuárias, expansão da agricultura anual de grãos e roubo de madeira, bem como entrada de clandestinos para caça de mamíferos e de quelônios na FNT (COHENCA, 2007). Na Figura 12, observa-se a pecuária e a agricultura de grãos instalados no terreno plano na FNT e principalmente na AE, onde também há intenso uso do território para lavouras de arroz e soja, que são produzidas de acordo com o padrão tecnológico da agricultura empresarial.

Figura 11 – Uso e cobertura de pasto e agricultura anual da FNT+AE



Fonte: INPE/TerraClass, 2012

Figura 12: Visão panorâmica do relevo plano com pasto e agricultura anual na FNT+AE.

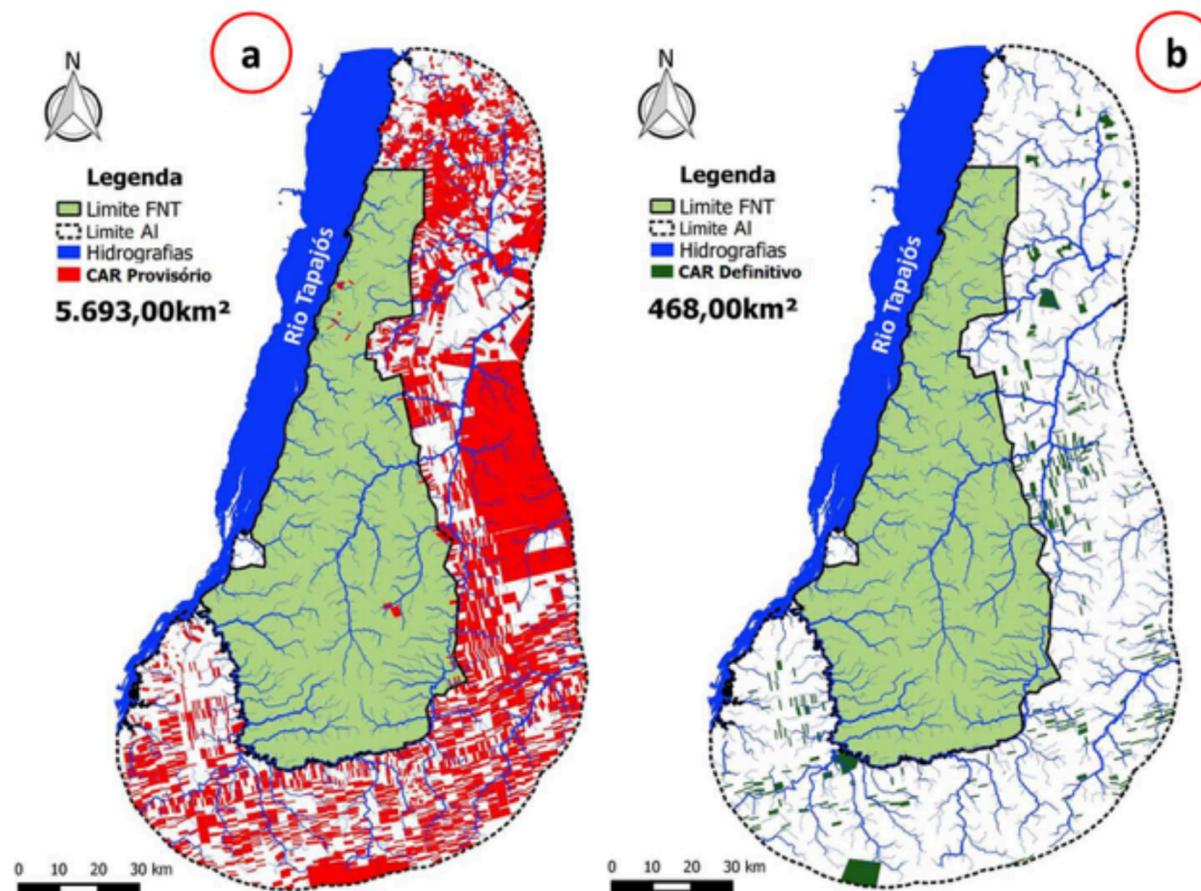


Fonte: Fotografia dos autores.

Ampliando a análise identificou-se, quanto processo de regularização ambiental das propriedades rurais na FNT+AE, há 5.693,00 km² de área com de Cadastra Ambiental Rural (CAR) do tipo provisório, sendo 21 km² na FNT (Figura 13a), e 468,00 km² de CAR do tipo definitivo (Figura 13b). Quanto ao aspecto do CAR identificou-se que as áreas de proteção permanentes inseridas na vegetação secundária abrangem um total de 61,78km², totalizando 3,03% desta classe na AE.

Com relação às Áreas de Proteção Permanente (APPs) de nascentes da FNT+AE, os resultados apontam que a FNT possui 4,57 km² de APPs em área de floresta, correspondendo 0,09% desta classe, já na AE há 4,09 km² de APPs sobre área de floresta. Os valores de APPs de nascente em área de floresta chamaram a atenção quanto á proteção das nascentes nas subáreas em análises, principalmente porque mais de 8,66 km² de APPs da FNT+AE estão sobrepostas à classe de floresta, o que significa que há 1.107 pontos de nascentes sobre proteção de floresta, representando a continuidade da produção de água na região.

Figura 13 - Cadastros ambientais rurais provisórios e definitivos na FNT+AE



Fonte: SEMANPE/SISLAM, 2016

Contudo a extensão territorial de APPs ocupada pela classe de Pastos é de 1,58km², correspondendo a 202 nascentes sem proteção da floresta. Quanto às áreas APPs de 30m sobre as drenagens nas subáreas em análise há 121,41 km² de APP, sendo que 2,42 % na FNT e 1,95% na AE. As APPs de 30m sobre as drenagens em área de pastos na AE identificou-se uma extensão territorial de 43,66 km², correspondendo a 8,97 % destas classes.

No trabalho de campo observou-se e avaliaram-se as diferentes características fisiográficas de um dos principais rios, da FNT+AE, o Mojú. Ao centro da Figura 14, ilustra-se o aspecto rugoso do terreno na FNT e no entrono do rio Mojú. Na Figura 14a, 14b e 14h, observa-se a ponte sobre o rio Mojú e seu exutório. Na Figura 14c e 14d, observa-se a passagem do rio Mojú de águas claras decorrente do solo predominante LATOSSO AMARELO sobre a ponte na BR 163 (Figura 14 b). Na Figura 14e, observa-se um ambiente de nascente do rio Moju escoam naturalmente para um ponto único do referido rio.

Figura 14 - Modelo digital tridimensional da Sub-bacia do rio Mojú na FNT



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Ainda com base nas informações obtidas em campo, foi possível observar que as características fisiográficas ambientais desta área atraem a presença e o interesse econômico, o que indica a necessidade de cuidados, principalmente quanto às pressões exercidas pela AE, sobre a FNT.

4. Considerações Finais

Os resultados apontam que em razão da diversidade de característica fisiográficos (uso de cobertura do solo, classe de solo, hidrografia etc.), a área em estudo é sensível a alterações e há a necessidade de estudos e pesquisas para subsidiar avaliações que ameçam os recursos ambientais. Neste sentido, sugere-se que haja uma especial atenção para que sejam mantidas e preservadas o entorno da FNT para manutenção dos cursos d'água, principalmente como bebedouro, irrigação e abastecimento de água.

Foi possível mostrar, por intermédio de ferramenta de geoprocessamento e informações de banco de dados oficiais as análises dados da compartimentação fisiográficas da FNT+AE, observa-se as ocupações predatórias ao longo da BR 163 que podem está influenciando no desequilíbrio ambiental da FNT, podendo está afetando, por exemplo, o ciclo ecológico local. Neste sentido para a proteção dos mananciais, sustentabilidade, desenvolvimento e preservação são necessários, maior atenção e mobilização dos usuários, da sociedade, das agências controladoras e fiscalizadoras da administração pública e principalmente a criação de Comitê de Bacia da FNT+AE.

Quanto às áreas legalmente protegidas e imóveis rurais com cadastro ambiental rural provisório há necessidade de medidas urgentes quanto ao manejo das atividades que degradam a vegetação original da FNT+AE, fazendo-se necessário a reversão e prevenção dos impactos ambientais gerados.

As caracterizações fisiográficas apresentadas teve caráter de pré-diagnóstico naturais da FNT+AE e sua interação com atividades antrópicas, sendo necessários estudos mais detalhados que possam apontar o grau de vulnerabilidade ambiental da região considerando os impactos ambientais e a questão econômica da região, principalmente os impactos gerados pela expansão a agricultura de grão.

Assim, o presente trabalho não encerra as discussões referentes aos processos de compartimentação ambientais da FNT+AE, pois representa primeira iniciativa para o fornecendo subsídios para futuros trabalhos na área, afim de melhor analisar os processos naturais e antrópicos na região. O entendimento das variáveis fisiográficas deve ser utilizado no planejamento, proteção e conservação ambiental da FLONA do Tapajós e seu entorno.

Referências

- ANDRADE, N. L. R. D.; XAVIER, F. V., ALVES, É. C. R. D. F., SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, C. U. R. D. Caracterização Morfométrica e Pluviométrica da Bacia do Rio Manso-MT. **Revista Geociências** (São Paulo), 27(2), 237-248, 2008.
- BARROS, J. S.; CASTRO, A. A. J. F. Compartimentação Geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: Uma área de Tensão Ecológica. **Interações**, 8: 119-130, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Farias_Castro/publication/250992283_Compartimentacao_geoambiental_no_complexo_de_campo_maior_PI_universidade_federal_do_piaui>. Acesso em 23 jul. 2016.
- CARVALHO, A. V.; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. Importância do Manejo da Bacia Hidrográfica e da Determinação de Processos Hidrológicos. **Revista brasileira de agropecuária sustentável**, 2012. Disponível em: < <http://www.rbas.com.br/index.php/rbas/article/viewFile/177/174>>. Acesso em: 27 jul.2016.
- CARVALHO, M. V. A.; DI MAIO, A. C. Proposta para a difusão de dados e informações geoespaciais disponíveis gratuitamente na Internet junto aos graduandos e professores da educação básica. **Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, São José dos Campos: INPE. p.3351-3358. ISBN 9788517000, 2011. Disponível em:<<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0612.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- COHENCA, D. Evolução anual de desmatamentos na Floresta Nacional do Tapajós de 1997 a 2005. **Natureza & Conservação**, Amsterdam, v. 5, p. 35-44, 2007.
- CORDEIRO, A. **Floresta Nacional do Tapajós-Plano de Manejo**. Belterra: IBAMA, 373p, 2004. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/flona_purus.pdf >. Acesso em 24 Ago. 2016.
- CRUZ, M. **Geotecnologias e o Manejo de bacias Hidrográficas**. 2010.
- DA SILVA, M.S.F.; MELO, R. Padrões espaciais de fragmentação florestal na Flona do Ibura–Sergipe (spatial patterns of forest fragmentation in the Flona Ibura– Sergipe). **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.
- DA SILVA, XAVIER. J.; ZAIDAN, R.T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental: Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- DE MELO FERREIRA, A. E. **A Influência do Fomento Florestal nos Aspectos Ambientais e Socioeconômicos em estabelecimentos Rurais na Amazônia**, Dissertação encaminhada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, em parceria com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, 2012. Disponível em:< file:///C:/Users/Leonardo-PC/Downloads/Ferreira%202012%20MSc.pdf>. Acesso 25 jun. 2016.
- DE OLIVEIRA MARQUES, J. D.; LIBARDI, P. L.; TEIXEIRA, W. G.; REIS, A. M. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica. **Acta Amazônica**, 34(2), 2004. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/aa/v34n2/v34n2a01.pdf> >. Acesso em 30 jul. 2016.
- DE OLIVEIRA, É. D.; FERNADES, F.; BERTOTTI, L.; VESTENA, L. Uso das Terras e Aspectos Fisiográficos da Bacia de Drenagem do Arroio do Butka, Guarapuava/PR-DOI 10.5216/ag. v7i1. 15779. **Revista Ateliê Geográfico**, 7(1), 215-236, 2013. Disponível em: file:///C:/Users/Leonardo-PC/Downloads/15779-100414-1-PB.pdf. Acesso em 26 jul. 2016.
- DIAS-OLIVEIRA, E.; CUNHA, M. C.; VESTENA, L. R.; THOMAZ, E. L. Aspectos Morfométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel, Guarapuava – PR. **Anais do Simpósio Paranaense de Pós-Graduação e Pesquisa em geografia**, 2010, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR. p. 36-51, 2010.
- FONSECA, C. A. B. D. **Tipologia e Fragmentação das Terras Úmidas do Cerrado na Alta Bacia do Rio Araguaia, Estado de Goiás**, 2010. Disponível em:< <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/1847> >. Acesso em 26 jul. 2016.
- FREIRE, R. R. **Integridade ambiental de corpos d'água: degradação ambiental, funções ecossistêmicas e perda de serviços ecossistêmicos no baixo São Francisco**, 2013. Disponível em:< <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/14227> >. Acesso em 14 mai. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases cartográficas**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas>>. Rio de Janeiro, 2015. Acesso em: 15 mar. 2016.
- LISBOA, L. S. S; 2015 **Padrões de uso e cobertura do solo na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno**. PhD Thesis. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-22092015-102641/en.php>>. Acesso em 10 jun. 2016.
- LOPES, J.G.; VIALÔGO, T.M.L. Unidades de conservação no Brasil. **Revista JurisFIB**, Bauru, v. 4, n. 4, p. 79-109, 2013. Disponível em: < <http://www.revistajurisfib.com.br/artigos/1395777098.pdf> >. Acesso em 15 fev. 2016.
- MARTORANO, L.G.; PEREIRA, L.C.; CEZAR, E.G.M.; PEREIRA, I.C.B. **Estudos Climatológicos do Estado do Pará, Classificação Climática (Köppen) e Deficiência hídrica (Thornthwhite, Mather)**. Belém, SUDAM; EMBRAPA; SNLCS. 3 p, 1993.
- Rosa, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, 16, 81-90, 2011.
- SIQUEIRA, R. D. M. B.; HENRY-SILVA, G. G. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e o funcionamento dos ecossistemas fluviais. **Boletim da Associação Brasileira de Limnologia**, 39(2), 1-15, 2011.
- VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B.; FRANCO, R. A. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 14(1), 55-64, 2010.
- VERÍSSIMO, A.; ROLLA, A.; VEDOVETO, M.; FUTADA, S.M. **Áreas protegidas na Amazônia Brasileira: Avanços e Desafios**. Belém: Imazon; São Paulo: ISA. 87 p, 2011.

1. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail: leonardocbmpa@yahoo.com.br
2. Doutora em Agrometeorologia/Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental e Professora do PPGCA/UEPA, Belém, Pará
3. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará (UEPA)
4. Doutor em Ciências Físicas/Coordenador do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará (UEPA)
5. Doutorando em Planejamento Energético do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia/UFRJ
6. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará (UEPA)