



Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 2

Leonardo Tullio
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

LEONARDO TULLIO

(Organizador)

**Aplicações e Princípios do
Sensoriamento Remoto
2**

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A642 Aplicações e princípios do sensoriamento remoto 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Aplicações e Princípios do sensoriamento remoto; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-48-2

DOI 10.22533/at.ed.482180110

1. Sensoriamento remoto. I. Tullio, Leonardo.

CDD 621.3678

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

No Volume II da obra “Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto” trazemos até você os mais diversos trabalhos da área, contando agora com 22 capítulos inéditos. Vimos a importância deste tema no Volume I e agora esperamos contribuir significativamente com outras aplicações em diversas áreas de atuação.

Percebemos que os avanços tecnológicos substituem algumas formas de agir e pensar, de maneira instantânea e a níveis de confiança altíssimos. Assim a contribuição e os avanços nas pesquisas são favorecidos com o uso de softwares aplicados ao Sensoriamento Remoto. Visto a necessidade de programas computacionais específicos para análise conjunta de dados sobre a imagem e de maneira rápida, percebemos a significativa atuação da tecnologia neste meio.

Neste sentido, ressaltamos a importância do conhecimento específico e aplicado, pois a tecnologia analisa a partir de comandos, porém, a análise e a definição do certo ou errado ainda está na dependência do operador, que exige conhecimento em sua realização. Aplicações práticas e com resultados significativos são fundamentais para o sucesso de uma pesquisa, a classificação seja ela supervisionada ou não, garante a interpretação fiel da realidade estudada. Porém, refinar as técnicas de análise e comparar os resultados são importantes.

Contudo, ressaltamos a necessidade do conhecimento avançado sobre o que se propõe a estudar e qual método mais adequado, pois a interação dos dois reflete a confiança e qualidade do resultado. Portanto, a busca por conhecimento é insaciável e nos faz aprender a cada capítulo desta obra.

Por fim, desejo bons estudos e muito conhecimento adquirido com as informações e resultados trazidos nos capítulos desta obra.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA PAISAGEM ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE SERRA DO NAVIO-AP	
<i>Érica Patrícia Viegas dos Santos</i>	
<i>Dário Rodrigues de Melo Junior</i>	
<i>Olavo Rodrigues Fagundes Neto</i>	
<i>Tasso Wesley Galeno Barreto</i>	
<i>Patrícia Helena Turola Takamatsu</i>	
<i>Fabiano Luís Belém</i>	
CAPÍTULO 2	14
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DAS GEOFORMAS FLUVIAIS DO BAIXO CURSO DO RIO DOCE COM O AUXÍLIO DE IMAGENS ORBITAIS LANDSAT 8 - LINHARES, ES	
<i>Andressa Padovani Gil</i>	
<i>André Luiz Nascentes Coelho</i>	
CAPÍTULO 3	25
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA OCUPAÇÃO DA ÁREA E ENTORNO DO PARQUE MUNICIPAL DUNAS DE ABRANTES, CAMAÇARI - BAHIA	
<i>Luiz Felipe Moura Bastos Borges</i>	
<i>Desiree Alves Celestino Santos</i>	
<i>Fábia Antunes Zaloti</i>	
<i>Saulo Medrado dos Santos</i>	
<i>Dária Maria Cardoso Nascimento</i>	
CAPÍTULO 4	36
ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO SÃO JOÃO, MG: UMA PROPOSTA PARA MELHOR ENTENDIMENTO DOS LIMITES E DA DINÂMICA ESPACIAL DAS SUPERFÍCIES EROSIVAS	
<i>Samia de Moura Passarella</i>	
CAPÍTULO 5	54
ASSIMILAÇÃO DE DADOS COM O MÉTODO LETKF NO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE: A IMPORTÂNCIA DAS OBSERVAÇÕES DE SATÉLITE	
<i>Leonardo Nascimento Lima</i>	
<i>Luciano Ponzí Pezzi</i>	
CAPÍTULO 6	69
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DA ESPÉCIE WUNDERLICHIA AZULENZIS	
<i>Alline Zagnoli Villela Motta</i>	
<i>Sollano Rabelo Braga</i>	
<i>Alessandra Morais Melo</i>	
<i>Nathalia Drummond Marques da Silva</i>	
<i>Cristiano Christofaro</i>	
CAPÍTULO 7	80
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAJIBU-MIRIM EM SOROCABA (SP)	
<i>Darllan Collins da Cunha e Silva</i>	
<i>Deborah de Matos</i>	
<i>Renan Angrizani de Oliveira</i>	
<i>Vanessa Cezar Simonetti</i>	
<i>Roberto Wagner Lourenço</i>	

CAPÍTULO 8 94

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO APLICADO À GCP'S EM MAPEAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO COM USO DE VANT

José Adriano da Silva
Vinicius Bitencourt Campos Calou
Adunias dos Santos Teixeira
Daniel Albiero

CAPÍTULO 9 105

CORRELAÇÃO ESPACIAL DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (NDVI, NDWI E EVI) DE IMAGEM LANDSAT-8 COM ATRIBUTOS DO SOLO

Barbara de Oliveira Sousa Castro
Anderson Antonio da Conceição Sartori
Flávia Luize Pereira de Souza
Letícia Albano Benites

CAPÍTULO 10 117

DESENVOLVIMENTO DE UM VANT DO TIPO QUADROTOR TOTALMENTE AUTÔNOMO DE ALTA PRECISÃO PARA SENSORIAMENTO REMOTO DE ÁREAS DE VEGETAÇÃO POR CÂMERA MULTIESPECTRAL GEORREFERENCIADA

Thiago Vieira Nogueira Coelho
Lucas Moraes
Rafael Falcí Campos
Luis Carlos Carmo Jr.
Daniel Discini Silveira
André Luis Marques Marcato
Alexandre Bessa dos Santos

CAPÍTULO 11 134

ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ALVOS PRÉ-SINALIZADOS PARA APOIAR LEVANTAMENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS REALIZADOS COM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)

Glauber Carvalho Costa
Igor de Carvalho Almeida
Rafael Claudino da Silva
Rafael Bazílio Viana

CAPÍTULO 12 144

ESTUDO SOBRE O EMPREGO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO E ELEVAÇÃO, GERADOS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CONVENCIONAL, PERFILAMENTO A LASER AÉREO, SRTM, TOPODATA, ASTER GDEM V2 E WORLDDEM, COM ÊNFASE EM PROJETOS VIÁRIOS

Glauber Carvalho Costa
Igor de Carvalho Almeida
Rafael Claudino da Silva
Rubens José Souza Galvão
Rafael Bazílio Viana

CAPÍTULO 13 155

FRONTEIRA AGRÍCOLA E A ESTRUTURA DA PAISAGEM NA SUB-BACIA DO RIO RIACHÃO – OESTE DA BAHIA

Crisliane Aparecida Pereira dos Santos
Edson Eyji Sano
Pablo Santana Santos

CAPÍTULO 14 165

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À OCUPAÇÃO IRREGULAR POR MEIO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NO BAIRRO DE GRAMAME, EM JOÃO PESSOA – PB

Erickson Melo de Albuquerque
Cícero Fidelis da Silva Neto
Marcos Leonardo Ferreira dos Santos

CAPÍTULO 15..... 175

ÍNDICES TEXTURAIS DAS ÁREAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA FLONA DO TAPAJÓS (PARÁ), UTILIZANDO IMAGENS DE MÉDIA RESOLUÇÃO ESPACIAL FUSIONADAS.

Marília Gabriela Lopes da Silva
Tássio Franco Cordeiro
Rodrigo Rafael Sousa de Oliveira
Igor da Silva Narvaes
Alessandra Rodrigues Gomes
Marcos Adami
Lucas José Mazzei de Freitas
Dalton de Morisson Valeriano

CAPÍTULO 16..... 190

INTEGRAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS PARA APOIAR RESPOSTAS A EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS: A EXPERIÊNCIA DA UNIDADE ESTADUAL DE MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO DURANTE AS INUNDAÇÕES DE 2015 NA BACIA DO RIO ACRE – ACRE/BRASIL

Alan dos Santos Pimentel
Vera Lúcia Reis
Ylza Marluce Silva de Lima
Luiz Alves dos Santos Neto
Diana de Souza Bezerra
Tatiane Mendonça de Lima
Irving Foster Brown

CAPÍTULO 17 201

INDICAÇÃO ESTATÍSTICA DE ÁREAS DE GARIMPO DE AMETISTA COM O USO DE IMAGENS ASTER

Jean Marcel de Almeida Espinoza
Deivid Cristian Leal Alves
Silvia Beatriz Alves Rolim
Jefferson Rodrigues dos Santos
Maurício Soares Ortiz
Miguel da Guia Albuquerque

CAPÍTULO 18..... 213

MAPEAMENTO DAS ÁREAS OCUPADAS COM PASTAGENS NO TRIÂNGULO MINEIRO-MG

Jorge Luís Silva Brito
Roberto Rosa
Mirna Karla Amorim da Silva

CAPÍTULO 19..... 222

MÉTRICAS DE PAISAGEM NA CARACTERIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS POR MEIO DA FUSÃO DA IMAGEM CBERS 4

Caroline Bessi Fávero
Anderson Antonio da Conceição Sartori
Sidnei Fonseca Guerreiro
Victor Munhoz Ruiz
Rosane Maria Kaspary
Martha Santana Martins

CAPÍTULO 20..... 240

MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL DAS MUDANÇAS DE COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO SUL DO ESTADO DE RORAIMA, NORTE DA AMAZÔNIA

Maristela Ramalho Xaud
Cláudia Maria de Almeida
Haron Abraham Magalhães Xaud

CAPÍTULO 21..... 254

SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE PERDA DE SOLO POR EROÇÃO LAMINAR NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA.

Gabriella Santos Arruda de Lima

Nilson Clementino Ferreira

CAPÍTULO 22..... 265

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO MODELO SWAT PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PARA A REGIÃO DE PETROLINA, ESTADO DE PERNAMBUCO

Teônia Casado da Silva

Madson Tavares Silva

Danielle Teixeira Alves da Silva

Edivaldo Afonso de Oliveira Serrão

Eduardo da Silva Margalho

SOBRE O ORGANIZADOR274

ÍNDICES TEXTURAIS DAS ÁREAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA FLONA DO TAPAJÓS (PARÁ), UTILIZANDO IMAGENS DE MÉDIA RESOLUÇÃO ESPACIAL FUSIONADAS.

Marília Gabriela Lopes da Silva
Tássio Franco Cordeiro
Rodrigo Rafael Sousa de Oliveira
Igor da Silva Narvaes
Alessandra Rodrigues Gomes
Marcos Adami
Lucas José Mazzei de Freitas
Dalton de Morrisson Valeriano

RESUMO: O bioma amazônico possui uma ampla variedade de ecossistemas, tais como: floresta de várzea, floresta de terras altas, igapós, campos lavrados, várzeas e cerrado. Para a floresta, estudos têm sido desenvolvidos no campo científico utilizando diversos métodos de classificação de imagens de satélite baseados em suas características texturais. Estas são importantes fontes de informação para os processos de análises e interpretação de produtos gerados por sensores ópticos. Neste trabalho, nós mostramos resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia desenvolvida pelo DETEX (Programa de Monitoramento de exploração florestal da Amazônia) aliada a técnica de medidas texturais utilizando a matriz de co-ocorrência na FLONA (Floresta Nacional do Tapajós-PA) antes da exploração florestal, em 2014 e após, em 2015. Esta pode ser considerada como uma classe inicial para a sua posterior

conversão em degradação, ou diretamente para corte raso, podendo ser utilizada para a implantação da agropecuária, mapeadas pelos programas PRODES, DETER-B e TerraClass, respectivamente. Os resultados obtidos do fusionamento das imagens do satélite Landsat 8 (Sensor OLI) demonstraram a relação entre algumas variáveis texturais obtidas da textura de Haralick e o grau de exploração aplicado, obtidos por meio da mensuração da área basal remanescente (G , m^2/ha). Baseado nos resultados, foi possível estabelecer que antes da exploração florestal as árvores do estrato dominante ($DAP \geq 40cm$) foram importantes na detecção, enquanto que após a exploração florestal as árvores emergentes ($DAP \geq 60cm$) foram fundamentais para a verificação da atividade na floresta.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, processamento de imagem, textura de Haralick, corte seletivo, manejo florestal.

ABSTRACT: The Amazon Biome has a wide variety of ecosystems, such as: flooded forests, dry land, igapós, open fields, floodplains and cerrado. For forest studies, what has been used in the scientific field are several methods of satellites images classification based on textural characteristics. The texture characteristics are an important source of information for the analysis and interpretation process of products

generated by optical sensors. We show results obtained through the application of the mapping methodology developed by DETEX (Detection of Selective Logging) and the textural measures using a co-occurrence matrix, in the study area of FNT (Tapajós National Forest -PA), having as a temporal cut the years of 2014, before the forest exploitation and 2015, the year post logging. This can be considered as an initial class to subsequent conversion in degradation, or directly in clearcut, can be used to agropastoralism, mapped to PRODES, DETER-B and TerraClass programs, respectively. The results obtained from the fused images of the Landsat 8 satellite (OLI Sensor) demonstrated a relation between some textural variables obtained by the Haralick texture and the forest exploitation degree applied, measured by the remaining basal area (G, m²/ha). Based on the results, it was possible to establish that before the logging the trees from the dominant extract (DBH≥40cm) were important in the detection result, whereas when some individuals (2015) were extracted, the dominant trees (DBH≥60cm) were fundamental for the verification of low impact logging activity in the forest.

KEYWORDS: remote sensing, image processing, Haralick texture, selective logging, forest management.

1 | INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal se constitui enquanto uma área de fronteira, onde os processos de ocupação e a dinâmica de uso da terra ocorrem de forma dinâmica, é a maior área de floresta tropical úmida contínua em termos de biodiversidade e cobertura vegetal (FAO, 2005). Assim, a incorporação de áreas florestadas ao sistema produtivo na Amazônia é um processo recorrente e histórico (Lombardo & Venturieri, 2004). Neste contexto, a exploração ilegal de madeira é uma das maiores causas da degradação florestal na Amazônia, apesar dos esforços na fiscalização por parte dos órgãos ambientais e que, em muitos casos são convertidos diretamente para desmatamentos ilegais (Pinheiro et al., 2016; Souza et al., 2018 no prelo), mapeadas pelo PRODES (INPE, 2008) ou primeiramente utilizadas como pastagem, monitoradas pelo programa TerraClass (Almeida et al., 2016). Assim, se faz necessário o estabelecimento de diretrizes para o uso sustentável da floresta, já que a mesma possui um potencial madeireiro estimado em 60 milhões de metros cúbicos de madeira em tora, com valor econômico potencial de quatro trilhões de reais (Castro, 2012). O Corte Seletivo de madeira se constitui na retirada de indivíduos arbóreos com alto valor comercial (Sabogal et al., 2009), preconizado por um sistema silvicultural definido dentro de um plano de manejo previamente aprovado. A execução da exploração florestal seguindo um plano de manejo, é em grande parte dos casos, o responsável pela estrutura geográfica de disposição da infraestrutura para tal, com pátios de estocagem com dimensão e distância semelhantes, estradas e ramais planejados, ao contrário da extração de madeira sem planejamento prévio, refletindo em uma estrutura aleatória

das áreas exploradas, conforme pode ser verificado em estudos de identificação de áreas exploradas na Amazônia, utilizando técnicas de sensoriamento remoto (Asner et al., 2005; Matricardi et al., 2005, 2013; Luz et al., 2013).

Os satélites de sensores de média resolução espacial, em especial da série Landsat, possuem relevância em mapeamentos de áreas com atividade de exploração florestal, principalmente devido à gratuidade na distribuição de suas cenas de ambientes tropicais como Amazônia, cujas características permitem uma melhor caracterização da dinâmica de transição da paisagem. No contexto da exploração florestal, o INPE realiza o mapeamento e o seu monitoramento, quantificando, qualificando e testando novas técnicas na detecção destas atividades por meio da metodologia do programa de Detecção da Exploração Seletiva de Madeira (DETEX).

Assim, para se entender o processo de exploração seletiva em um ambiente controlado, com plano de manejo licenciado, principalmente em áreas com grande extensão territorial como em alguns trechos concedidos na Floresta Nacional do Tapajós (FNT), técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas, assumem papel estratégico na sua avaliação.

Portanto, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar uma metodologia de extração de valores estruturais da floresta, a partir de dados texturais baseados em técnicas de processamento digital de imagens e análises estatísticas para sua qualificação. É importante ressaltar que, este trabalho tem como área de estudo parcelas experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental – Embrapa Amazônia Oriental, localizadas na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA do Tapajós), visando auxiliar na produção técnico-científicos de ações de uso sustentável, proteção ao meio ambiente, desenvolvimento econômico e social na Floresta Nacional do Tapajós.

2 | METODOLOGIA DE ANÁLISE PARA EXPLORAÇÃO FLORESTAL LICENCIADA

A Floresta Nacional do Tapajós (FNT) está localizada no estado do Pará entre os paralelos de 2° 45' e 4° 10' de latitude sul e entre os meridianos de 54°45" e 55° 30' de longitude oeste. Constitui-se em uma Unidade de Conservação tendo sido criada por meio do Decreto 73.684 de 19 de fevereiro de 1974, estando situada na região do Baixo Amazonas, no oeste do estado. A unidade possui os seguintes limites: a oeste, Rio Tapajós; a leste, a Rodovia BR-163; ao norte, a linha seca que passa pelo marco 50 da Rodovia BR-163; ao sul, o rio Cupari. Possui área de aproximadamente 544 mil hectares é abrangida pelos municípios de Santarém, Belterra, Aveiro, Placas e Rurópolis (Figura 1).

Esta Unidade de Conservação apresenta tipologia vegetal de floresta ombrófila densa, proposta por Veloso (1991), com vegetação caracterizada pela dominância de árvores grandes de porte sob regime climático de elevadas temperaturas e precipitações intensas distribuídas ao longo do ano e é inclusa na categoria de Unidade de Uso

Sustentável.

Desde a década de 70 a Embrapa desenvolve diferentes pesquisas relacionadas ao uso e a conservação da floresta local, notadamente, estudos de exploração madeireira e de dinâmica florestal. O sítio deste estudo, km 67, possui cinco diferentes áreas de observação: parcela 1 - explorada no final do ano de 2014 com teste de sistema de manejo baseado na regulação da produção pelo incremento volumétrico; parcela 2 e 3 – explorada em 1979 com intensidade de exploração acima de 70m²/ha com teste de diferentes diâmetros mínimos de exploração, respectivamente 55 e 45 cm de DAP, sendo que a parcela 3 foi novamente explorada ao final do ano de 2014, dando início ao segundo ciclo de corte da área; parcela 4 e 5 – áreas de monitoramento da dinâmica da floresta sem exploração.

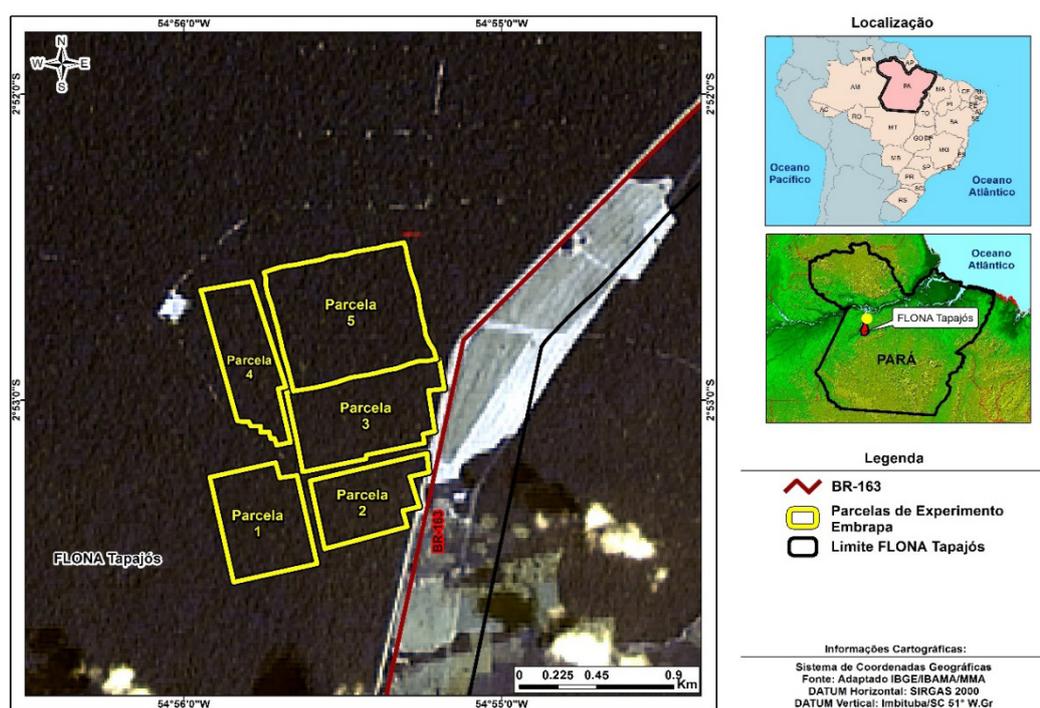


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, ao fundo a imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, fusionada para 15 metros de resolução espacial. Localização das parcelas, às margens da BR-163, no KM-67 no interior da FNT.

As imagens georreferenciadas e transformadas para reflectância no topo da atmosfera, no catálogo do serviço geológico americano (USGS), disponível em <http://earthexplorer.usgs.gov/>, foram baixadas. Após, foi realizado a fusão das bandas multispectrais 6,5,4 com banda 8 pancromática, no software ENVI 4.7 EXELISVIS (2016), pelo método *Pan-sharpening*, com o objetivo de melhorar a resolução espacial das cenas de 30 m para 15 m, e consequente discriminação das feições mapeadas.

Em seguida, a imagem fusionada foi incorporada a um banco de dados multiusuário no software Terra Amazon 4.6.2 (FUNCATE, 2016), e aplicada a metodologia do DETEX: Detecção de Exploração Madeireira baseado em imagens de satélites (Guimarães & Gomes, 2012). Para isto, foi aplicado o modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), para separar três componentes principais, solo, sombra e vegetação proporcionalmente contidas em cada pixel, provenientes da integração

da radiância dos elementos captados pelo sensor em cada elemento de resolução (Shimabukuro e Smith, 1991), realçando as áreas de extração seletiva de madeira.

Após, foi realizada a operação aritmética da razão entre os componentes solo e vegetação extraídos do modelo de mistura acrescidas de ganho e *Offset* (Figura 2).

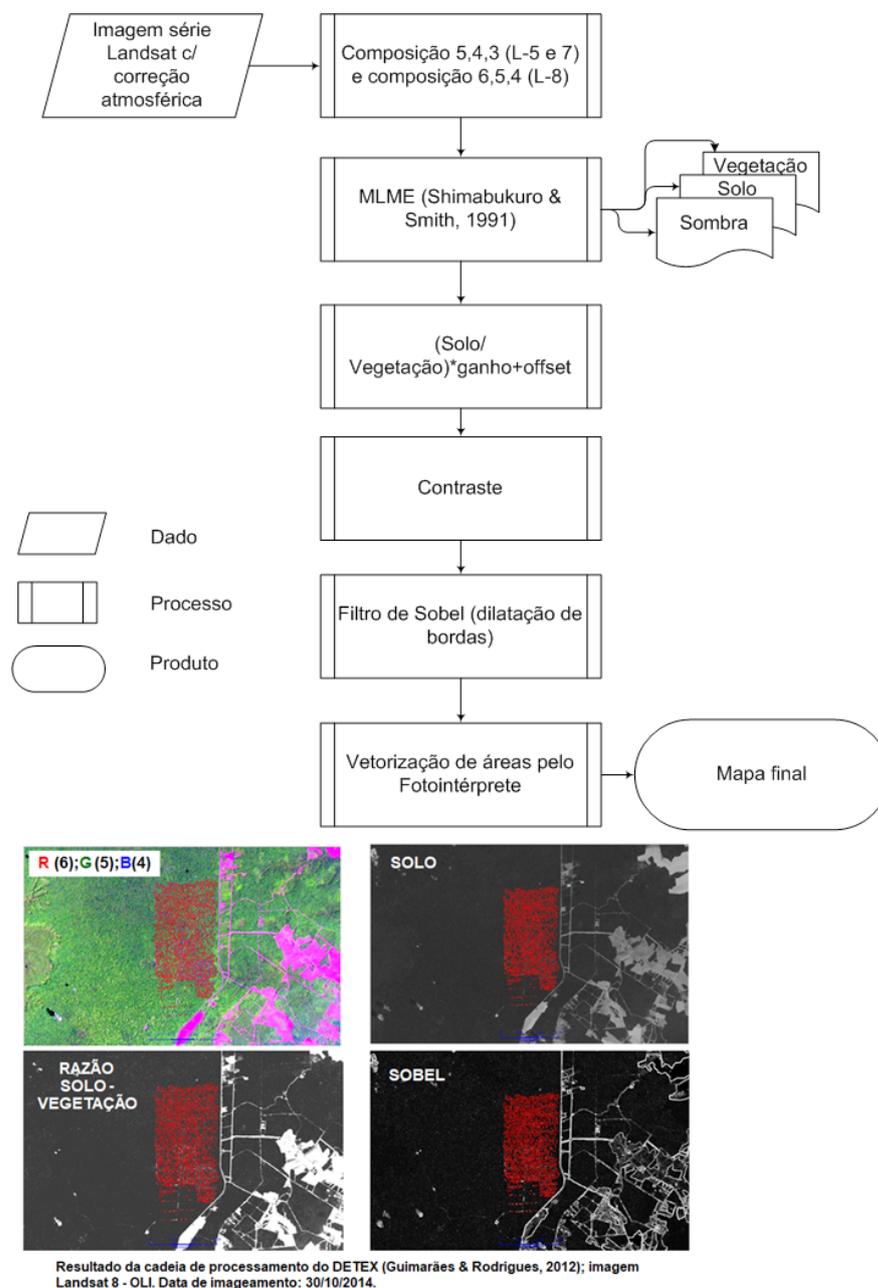


Figura 2. Metodologia desenvolvida para o programa de monitoramento de exploração florestal na Amazônia (Programa DETEX), proposto por Guimarães & Rodrigues (2012).

De posse dessas imagens extraiu-se as métricas texturais propostas por Haralick (Haralick et al., 1973). O algoritmo proposto por Haralick et al., 1973 é o mais comum para medição de textura de imagens ópticas, este demonstra que cada elemento da matriz de co-ocorrência dos níveis de cinza (GLCM – *Grey levels co occurrence matrix*) é uma medida de probabilidade de uma ocorrência de dois valores de níveis de cinza, separados por uma distância dado em um dado sentido, tendo estabelecido quatorze medidas descritoras da matriz de co-ocorrência (Figura 3).

1	2	3
10	11	12
19	20	21

11	12	13
20	21	22
29	30	31

Representação gráfica da matriz de co-ocorrência

Níveis de cinza hipotéticos	1	2	3	4	5
	10	11	12	13	14
	19	20	21	22	23
	28	29	30	31	32
	37	38	39	40	41

Figura 3. Representação esquemática da matriz de co-ocorrência, baseado na metodologia proposta por Haralick et al. (1973).

A fase posterior consistiu na tabulação dos dados extraídos das métricas texturais, para isso foi utilizado diversas técnicas de geoprocessamento por meio dos softwares Quantum Gis e posteriormente o Postgre com linguagem de banco de dados SQL, para união das tabelas.

A terceira fase foi desenvolvida com o levantamento de informações de localização e, parâmetros dendrométricos e estruturais de todos os indivíduos arbóreos inventariados na área de estudo (Mazzei & Ruschel, 2014), sendo que dois diâmetros mínimos de inclusão de árvores foram testados: diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 40 e 60 cm, onde o menor limite de diâmetro estabelecido denota as árvores dominantes e emergentes, enquanto que para os diâmetros maiores, apenas as árvores emergentes foram consideradas (Figura 4).

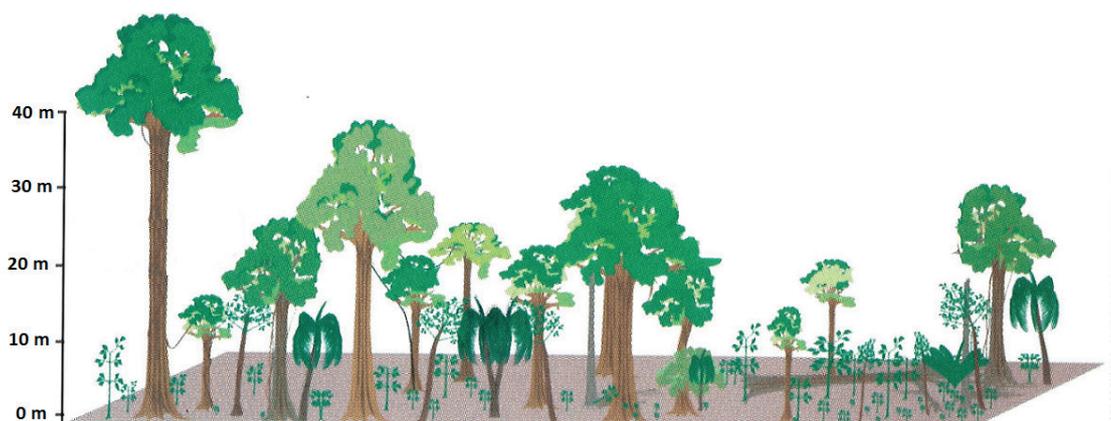


Figura 4. Perfil típico de floresta tropical com árvores emergentes, dominantes e de sub-bosque apresentando áreas de clareira, em sucessão e madura. Adaptado de Silva et al. (2005).

Por fim, os dados foram exportados para uma planilha eletrônica para a geração das estatísticas descritivas estabelecidas nesta análise (Figura 5).

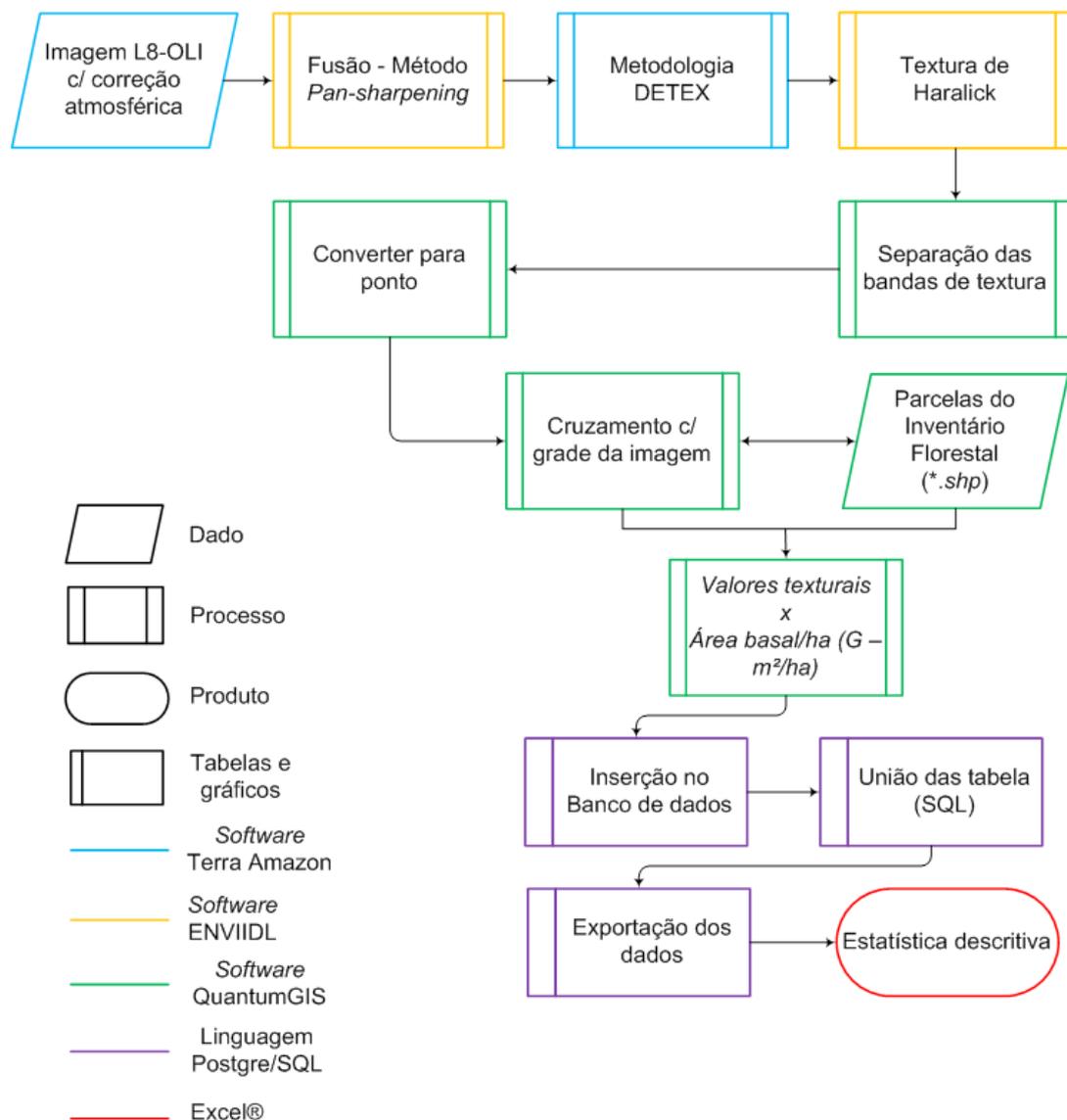


Figura 5. Proposta metodológica para o monitoramento de exploração licenciada em uma área experimental da EMBRAPA-CPATU, na FLONA do Tapajós-PA.

2.2.1 Inventário Florestal

Neste estudo as informações estruturais coletadas em campo (inventário florestal), foram correlacionadas com as medidas de textura extraídas das imagens do satélite Landsat 8 do sensor OLI para os anos de 2014 (antes exploração florestal) e 2015 (pós exploração) processadas com base na metodologia DETEX.

Desta forma, procedeu-se a análise dos dados utilizando o software livre Quantum GIS para a extração das informações texturais contidas nas imagens processadas. Os dados gerados foram recortados pelos arquivos vetoriais, materializados por meio de GPS de navegação, dos vértices das parcelas (50 x 50 m) e assim extraídos os valores de nível de cinza de cada pixel referente a cada unidade amostral.

Posteriormente, os níveis de cinza foram correlacionados com a área basal remanescente dos inventários florestais de 12 parcelas. A área basal remanescente (G, em m²) das parcelas (Equação 1), foi obtida a partir da soma da secção transversal de árvores com DAP ≥40 ou ≥ 60 cm, possuindo copa com iluminação parcial e

total, indicando que estes indivíduos possuem área livre de copa no dossel da floresta totalmente e/ou parcialmente iluminadas (Silva et al., 2005) e posteriormente ponderadas por hectare. Os valores obtidos para todas as parcelas podem ser vistos nas Figuras 6a e 6b.

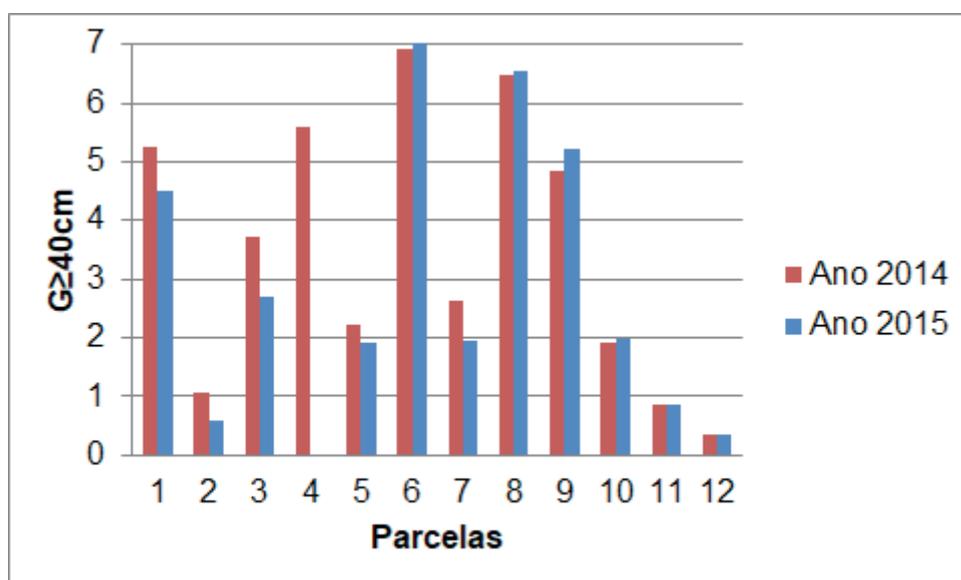
$$G = \pi \cdot (DAP)^2 / 4 \quad \text{Equação 1}$$

Onde: DAP = diâmetro do tronco medido à altura do peito (m);

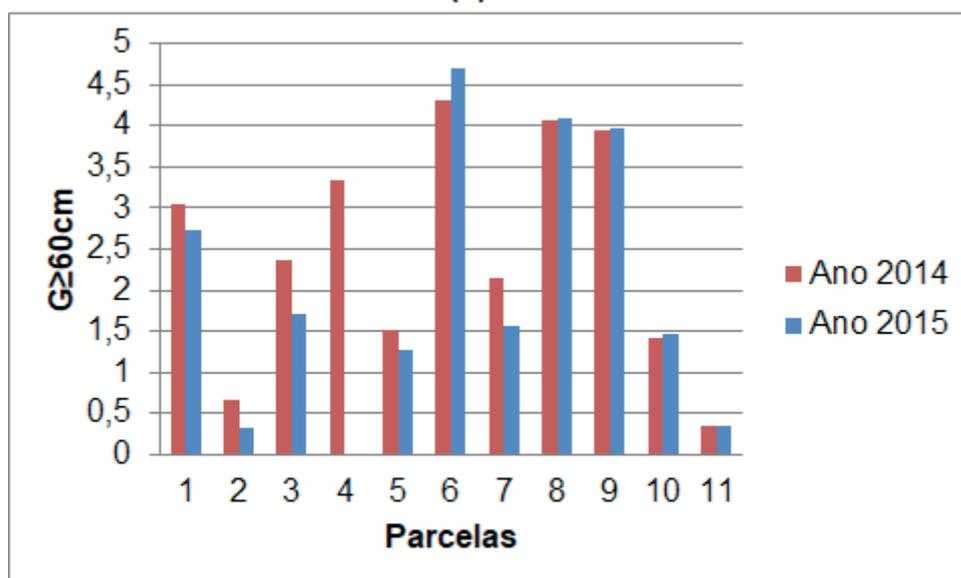
G = área basal (m²);

π = razão entre o perímetro e diâmetro de uma circunferência ($\approx 3,1415169$).

A análise estatística se deu pela relação da média de nível de cinza dos atributos texturais e a somatória da área basal remanescente (m²/ha) em cada unidade de amostral (n=12), para o cálculo do coeficiente de determinação (R²) e o teste de significância ANOVA com valor de F (Neter et al., 1996).



(a)



(b)

Figura 6. Distribuição da área basal remanescente das parcelas, no experimento da EMBRAPA, Km 67 da Flona do Tapajós para G (m²/ha) ≥ 40cm (a) e; para G(m²/ha) ≥ 60cm (b). Valores calculados para indivíduos com DAP > 40 cm e >60m, respectivamente em 2014 e 2015.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre quatorze medidas texturais propostas por Haralick et al. (1973) foram escolhidas apenas cinco, consideradas as mais adequadas por Sette (2009) para esse tipo de mapeamento, as quais foram: contraste (COM), correlação (COR), entropia (ENT), homogeneidade e segundo momento angular (SMA).

Os resultados obtidos entre a área basal remanescente, ou seja, a ocupação do espaço da floresta e por consequência as clareiras decorrentes da exploração florestal e os valores de textura de Haralick são demonstrados na Tabela 1.

Ano 2014 (antes da exploração)		Contraste	Correlação	Entropia	Homogeneidade	Segundo Momento Angular (SMA)
DAP ≥40cm	Janela	7x7	7x7	3x3	7x7	3x3
	Direção	0x3	1x1	5x5	0x3	5x5
	R ²	*0,32	*0,42	*0,26	**0,36	*0,36
DAP ≥ 60cm	Janela	9x9	3x3	9x9	11x11	3x3
	Direção	5x5	0x3	5x5	5x5	5x5
	R ²	**0,30	**0,32	*0,24	**0,30	**0,29
Ano 2015 (após a exploração)		Contraste	Correlação	Entropia	Homogeneidade	Segundo Momento Angular (SMA)
DAP ≥ 40cm	Janela	11x11	3x3	7x7	11x11	7x7
	Direção	1x1	5x5	1x1	1x1	3x3
	R ²	*0,15	**0,03	*0,14	**0,10	**0,03
DAP ≥60cm	Janela	3x3	11x11	11x11	11x11	7x7
	Direção	5x5	0x3	5x5	5x5	2x2
	R ²	*0,33	*0,05	**0,12	*0,14	**0,06

Tabela 1. Resultados obtidos em função da textura de Haralick com a matriz de co-ocorrência, com janelas e direções distintas. Os valores de R² em negrito, são valores de maiores significâncias, adotando p<0,05.

*Valores p<0,05 com significância estatística; ** Valores de p>0,05 não significativos.

A textura de Haralick mostrou relação com dados de área basal para indivíduos com diâmetro superiores a DAP ≥ 40 cm estatisticamente significativos para as variáveis correlações, SMA e contraste nas direções 1x1, 5x5 e 0x3, respectivamente, em áreas antes da atividade de exploração florestal (2014), demonstrando que para dosséis mais fechados a contribuição de indivíduos de estratos superiores são similares às emergentes na floresta. Estes valores foram similares aos encontrados por De Almeida (2009) o qual encontrou valores estatisticamente significativos em floresta de Mata Atlântica, no sul da Bahia, o qual também correlacionou variáveis texturais com valores de área basal em diferentes estágios de sucessão e encontrou resultados similares para os diferentes estágios de regeneração, embora tenham sido próximos aos encontrados no presente artigo.

Já para o ano de 2015 (após a exploração florestal), os melhores resultados foram de R², constatados para valores de área basal de árvores com DAP ≥ 60cm

foram de 0,33 e 0,14, para Contraste e Homogeneidade, respectivamente. Embora os valores de coeficiente de determinação tenham sido inferiores, a relação com a área basal remanescente para indivíduos com DAP \geq 60 cm comprovou que os indivíduos remanescentes do extrato emergente na floresta foram mais importantes para o entendimento do comportamento da exploração florestal, tendência corroborada por Cordeiro et al. (2017), utilizando técnica semelhante, todavia sem a utilização do fusionamento da imagem Landsat, na mesma área de pesquisa de nossa análise.

Na maioria dos casos, os tamanhos de janelas pequenos utilizados deram uma melhor resposta, todavia Nascimento (2003) comprovou através de seu trabalho que janelas maiores são responsáveis pela melhora na classificação de área de floresta quando se utiliza matriz de co-ocorrência de níveis de cinza, baseados em características texturais.

Os coeficientes de determinação indicaram que, os valores da proporção da variância da variável dependente (área basal remanescente) em torno de sua média, pode ser explicada satisfatoriamente pelas variáveis explicativas (textura de Haralick), pois os resultados encontrados antes e após a exploração florestal foram considerados significativos com probabilidade de confiança ($\alpha = 95\%$).

Apesar de analisar apenas áreas de exploração licenciadas, há diversos estudos que utilizam metodologias diferenciadas com imagens de média resolução espacial, sobretudo da série Landsat para a determinação da dinâmica da exploração florestal na Amazônia Asner et al. (2005), bem como estudos com metodologia capaz de diferenciar áreas sob diferentes intensidades de manejo (Tritsch et al., 2016).

O futuro deste projeto, o qual tem a metodologia alicerçada no DETEX (Guimarães & Gomes, 2012) é tornar operacional este programa de monitoramento anual da Amazônia Legal. Esta análise multitemporal é fundamental para que políticas públicas de exploração e concessão florestal possam ser efetuadas, além de concessões florestais em Florestas Nacionais, até o momento realizadas nas FLONAS de Caxiuanã, Altamira, Crepori, Saracá-Taquera e Saracá-Taquera– Lote Sul, no estado Pará e Jacundá e Jamari, em Rondônia, efetuadas pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB- <http://www.florestal.gov.br/florestas-sob-concessao>), como nas demais áreas com floresta na Amazônia, como pode ser visto no estudo de Asner et al. (2005) – Figura 7.

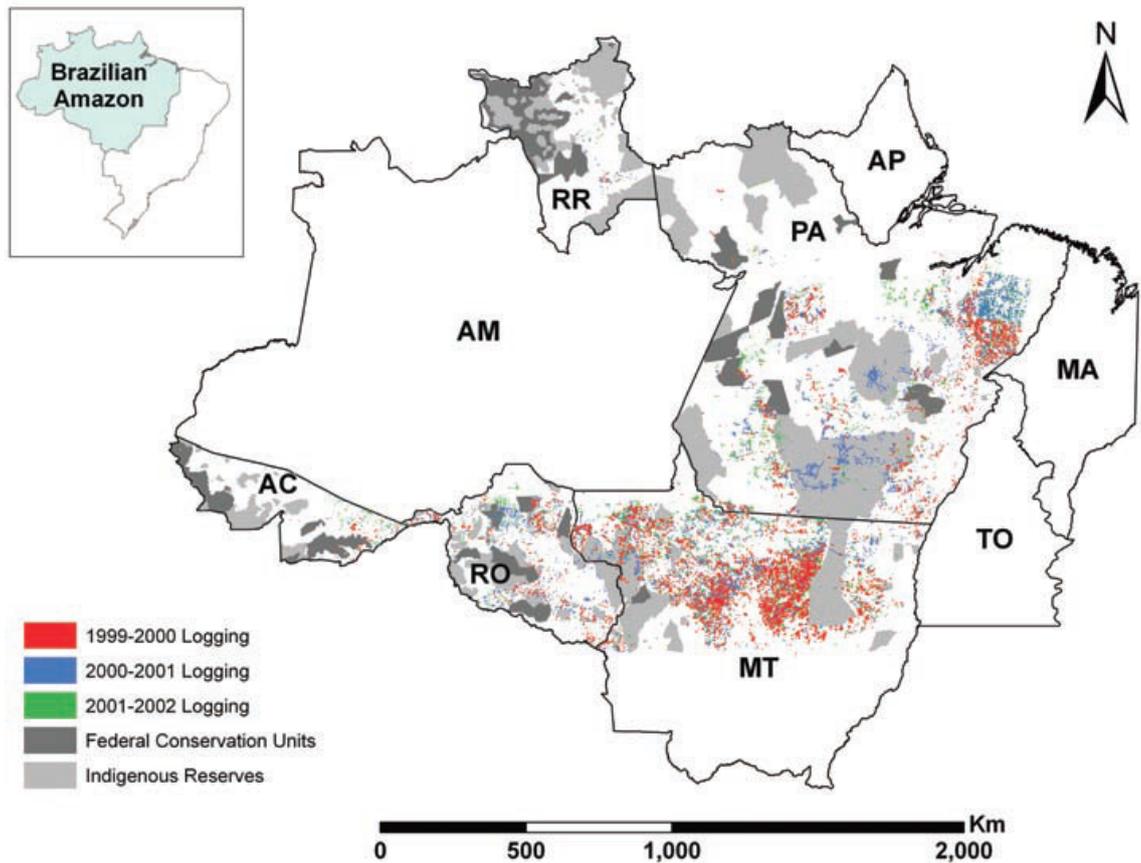
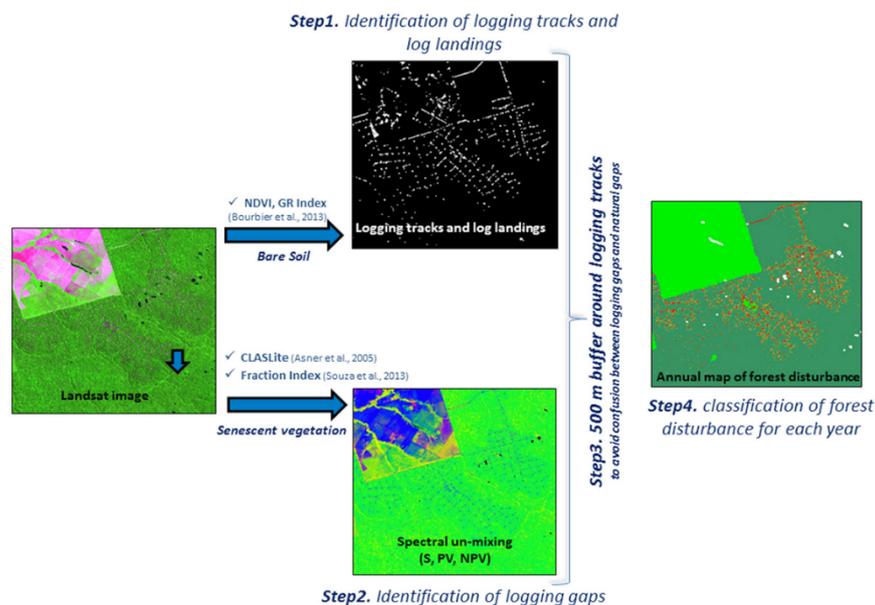
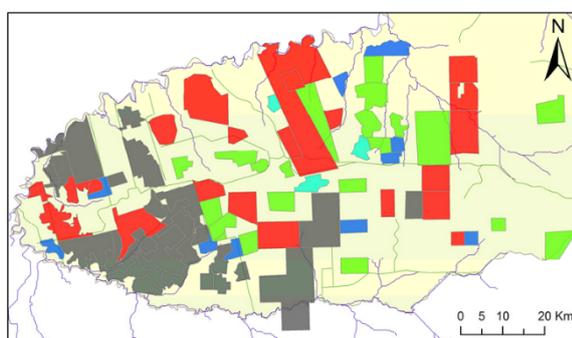


Figura 7. Distribuição espacial do corte seletivo em 5 áreas de exploração florestal na Amazônia Brasileira. Os estados do Amazonas, Amapá, Tocantins e Maranhão não foram incluídos nesta análise. Áreas em cinza claro mostram a extensão das reservas indígenas; áreas delineadas em cinza escuro correspondem as áreas de conservação federal (Instituto Sócioambiental, 1999). Fonte: Extraído de Asner et al. (2005).

Desta forma, não apenas os dados de desmatamento fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), desde a década de 80 (INPE, 2008), estabelecido como dado base na elaboração do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), o qual demonstrou-se eficaz na redução do desmatamento a partir de sua implantação em 2004. Como esta atividade é em muitos casos precedida da exploração florestal (Pinheiro et al., 2016; Souza et al., 2018, no prelo), é esperado que o seu monitoramento em toda a Amazônia e, se for o caso o acompanhamento sistemático via sensoriamento remoto da concessão florestal, poderá se consolidar em uma variável importante para a manutenção das **áreas** florestais. Para este fim, Tritsch et al. (2016) estabeleceram uma metodologia alternativa de monitoramento capaz de mapear diferentes intensidades de manejo, desde o manejo com exploração de impacto reduzido (RIL = *Reduced Impact Logging*) até práticas de exploração convencional (CNV = *conventional management practices*) - (Figura 8), este último considerado pelos autores com formas de distúrbio florestal em diferentes intensidades de degradação, medidas de acordo com o grau de abertura da copa e com a frequência deste evento ao longo de todo período de análise.



(A)



Legend

- Different patterns of forest disturbance**
- Pattern 1 - Low impacted plots
 - Pattern 2 - Moderately impacted plots
 - Pattern 3 - Intensively impacted plots
 - Pattern 4 - Very frequently degraded plots
 - Pattern 5 - Very intensively degraded plots
 - Main roads
 - Main rivers

(B)

Figura 8. Metodologia de análise da exploração florestal proposta por Tritsch et al. (2016) (a) e o resultado gerado para cada intensidade de manejo realizada em uma unidade experimental em Paragominas-PA.

Neste estudo, os autores concluíram que os indicadores dos distúrbios florestais fornecem parâmetros chaves para o entendimento dos diferentes padrões de exploração florestal, e que isto, quando associado ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) e ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), oferecem uma ferramenta aplicada ao entendimento dos impactos e das responsabilidades de diferentes práticas de usos e atores envolvidos na modelagem da paisagem florestal atual.

4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados pode-se considerar que as técnicas de filtros texturais proposto por Haralick demonstram resultados satisfatórios, permitindo que a

metodologia proposta possa ser replicada para outros ambientes de estudo por serem fundamentadas em levantamento de parâmetros em campo, extração das medidas de textura e análise de estatísticas descritivas;

A remoção da área basal causada pela exploração florestal licenciada foi perceptível ao se utilizar a textura de Haralick aplicada a metodologia de detecção de áreas de exploração florestal realizada no DETEX;

As menores direções de deslocamento das janelas de filtros texturais foram as que obtiveram melhores resultados no monitoramento das áreas antes e após a exploração florestal, pois os menores deslocamentos de janelas com diferentes dimensões, são mais eficazes no monitoramento da infraestrutura de exploração e das áreas onde indivíduos de interesse comercial foram removidos, de acordo com a área basal remanescente;

Em áreas de exploração licenciada, antes da atividade de exploração florestal (2014), além dos dosséis mais fechados, as contribuições de indivíduos de estratos superiores são similares às árvores emergentes na floresta, enquanto que os indivíduos remanescentes do extrato emergente na floresta foram mais importantes para o entendimento do comportamento após a exploração florestal em 2015;

Espera-se que com os resultados obtidos, se possa contribuir de forma significativa para o estudo espacial dos ambientes florestais podendo proporcionar eficiência e rapidez em estudos de vegetação, contribuindo assim para o monitoramento das florestas já exploradas.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE) pelo financiamento desta publicação e a Empresa Amazônia Oriental (CPATU) pela disponibilização dos dados de inventário nas áreas de exploração florestal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. D., COUTINHO, A. C., ESQUERDO, J. C. D. M., ADAMI, M., VENTURIERI, A., DINIZ, C. G., ... & GOMES, A. R. (2016). **High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data**. Acta Amazônica, v.46, n.3, p.291-302. 2016.

ASNER, G. P., KNAPP, D. E., BROADBENT, E. N., OLIVEIRA, P. J. C., KELLER, M.: SILVA, J. N. **Selective logging in the Brazilian Amazon**. Science, 5747(310), 480–482, 2005.

BARBOSA, A. M.; SALUM, M. R. B.; ALMEIDA, C. A.; VALERIANO, D. M. **Identificação multitemporal da exploração seletiva de madeira na Floresta Nacional do Jamari – RO**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 5625-5632. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15825-PRE/10435). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.18.35.53>>. Acesso em:

16 out. 2016.

CASTRO, T. N. **Análise de textura de imagem de alta resolução para classificação dos estágios sucessionais de mata Atlântica do Sul da Bahia**. 2012. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2012.

CORDEIRO, T. F., NARVAES, I. D. S., BUCHMANN, H. M., DE FREITAS, L. J. M., SAMPAIO, S. M. N., MAIA, J. S., ... & DE OLIVEIRA, R. R. S. **Feições de exploração florestal de impacto reduzido na Flona do Tapajós utilizando imagens Landsat e filtros texturais**. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos. Anais... São José dos Campos: INPE, 2017.

DE ALMEIDA, P. G. C. S. **Análise de textura de imagem de alta resolução para classificação dos estágios sucessionais de mata Atlântica do Sul da Bahia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.

EXELISVIS. **ENVI versão 4.7**:EXELIS 2016. Disponível em: <http://www.exelisvis.com/ProductsServices/ENVIProducts/ENVI/ENVIModules.aspx>. Acesso em 18 out. 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization. **Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005: 15 resultados claves**, Nações Unidas, 2005.

FUNCATE - Fundação de Ciência e Tecnologia Espaciais. **TerraAmazon 4.4.1, 2013**. São José dos Campos. <http://www3.funcate.org.br/geo//available/wiki-v01-TerraAmazon/pmwiki.php/Downloads/Downloads> Acesso em 18 out. 2016.

GUIMARÃES, U. S.; GOMES, A. R. “**Deteção de exploração seletiva de madeira utilizando os satélites Landsat 5 TM e Resourcesat 1 Liss-3 em áreas de manejo florestal do leste do estado do Acre, Brasil**”. In: **Symposium SELPLER**, 15, 2012, Cayenne – Guiana Francesa. Anais... Cayenne – Guiana Francesa, 2012.

HARALICK, R. M.; SHANMUGAM, K; DINSTEIN, I. **Textural features for image classification**. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, n. 6, p. 610-621, 1973.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de Manejo 2004. Disponível em: <http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/gestao/planoManejo/PM_flonatapajos.pdf>. Acesso em: Outubro 2016.

INPE. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007-2008**. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação, 47pp. 2008. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf>

LUZ, N. C., BATISTA, D. A. A., MAIA, J. S., ADAMI, M., GOMES, A. R. Parâmetros de exploração maderera para la detección de corte selectivo en imagines de media resolución espacial En: **Latín American Remote Sensing Week (LARS) – Regional ISPRS Conference**, Santiago - Chile, 23-25 de octubre 2013.

MATRICARDI, E. A. T. S., D. L.; COCHRANE, M. A.; QI, J.; CHOMENTOWSKI, W. **Monitoring selective logging in tropical forest using Landsat: Multitemporal regional analyses in Mato Grosso, Brazil**. Earth Interactions, v.9, p.1-24. 2005.

MATRICARDI, E. A., SKOLE, D. L., PEDLOWSKI, M. A., & CHOMENTOWSKI, W. **Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data**. International Journal of Remote Sensing, v.34, n.4, p.1057-1086, 2013.

MAZZEI, L.; RUSCHEL, A. Estoque comercial para o segundo ciclo de corte na Floresta Nacional do Tapajós - área experimental KM 67 - Embrapa. In: SEMINÁRIO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS DA

FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, 2., 2014, Santarém. Anais: Instituto Chico Mendes, 2014.

NASCIMENTO, J. P. R. **Análise e classificação de imagens baseadas em características de textura utilizando matrizes de co-ocorrência.** 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2003.

NETER, J., KUTNER, M., NACHTSHEIM, C., and WASSERMAN, W. **Applied Linear Statistical Models**, McGraw-Hill Companies, Inc., NY, 1996.

PINHEIRO, T. F., ESCADA, M. I. S., VALERIANO, D. M., HOSTERT, P., GOLLNOW, F., & MÜLLER, H. **Forest degradation associated with logging frontier expansion in the Amazon: The BR-163 region in southwestern Pará, Brazil.** Earth Interactions, v. 20, n.17, p.1-26, 2016.

SABOGAL, C.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; ZWEEDE, J.; PUERTA, R. **Diretrizes técnicas de manejo para a produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira.** Belém, Para: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 217 p.

SFB – Serviço Florestal Brasileiro. **Informe sobre concessões florestais federais.** Abril de 2018. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/concessoes-florestais/informe-concessoes-florestais-federais/3593-informe-concessoes-florestais-abril-de-2018/file>>.

SHIMABUKURO, Y. E.; SMITH, J. A. **The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data.** IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 29, n. 1, p. 16-20, 1991.

SILVA, J. N. M., LOPES, C. A., DE OLIVEIRA, L. C., DA SILVA, S. M. A., DE CARVALHO, J. O. P., COSTA, D. H. M., ... & TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira** (Nº. 634.9209811 D598). EMBRAPA Amazonia Oriental, Bélem, PA (Brasil) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF (Brasil) CIFOR, Belém (Brasil). 2005.

SOUZA, A. A. A.; PONTES, A. N.; ADAMI, M.; NARVAES, I. S. **A contribuição das estradas e o padrão de desflorestamento e degradação da cobertura florestal no sudoeste paraense.** Revista Brasileira de Cartografia (RBC), v.70, n.8, 2018. No prelo.

TRITSCH, I., SIST, P., NARVAES, I. S., MAZZEI, L., BLANC, L., BOURGOIN, C., ... & GOND, V. **Multiple patterns of forest disturbance and logging shape forest landscapes in Paragominas, Brazil.** Forests, v. 7, n.12, p. 315. 2016.

Unidades de Conservação no Brasil. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/pt-br/uc/6476/>>. Acesso em: 13.out.2016.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R., & LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1991.

VENTURIERI, A.; LOMBARDO, M. A.; LAQUES, A. E. **Utilização de modelos de paisagem na caracterização da frente pioneira do município de Uruará, Amazônia Oriental, Pará.** In: Magda Adelaide Lombardo; Lucia Helena de Oliveira Gerardi. (Org.). Sociedade e Natureza na visão da Geografia. Rio Claro: AGETEO, 2004, v., p. 47-61.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia – Geotecnologias, com ênfase em Topografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-48-2



9 788585 107482