Uso do Índice Normalizado de Diferença de Fração-NDFI para Mapeamento da Qualidade do Manejo Florestal em Paragominas-Pa

Bruno Monteiro FERREIRA[1]; Tamires Raiane Damasceno RIBEIRO[1]; Adriano Anastácio Cardoso GOMES[1]; Denis Pinheiro da SILVA[1]; Thais Gleice Martins Braga[1];; Maria de Nazaré Martins MACIEL[1]; Bruno Wendell de Freitas Pereira[1] .

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA/PA
Laboratório de Geoprocessamento, Análise Espacial e Monitoramento por Satélite- LAGAM
Caixa Postal 66.077-901 - Belém - PA, Brasil
nazare.maciel@ufra.edu.br, {denispinheiro26, Tamires_damasceno15}@hotmail.com,
{brunoferreiramont, eng.adrianocardoso}@gmail.com, thata.eng_ufra@yahoo.com.br

Abstract. In the 70s there were regions of intense Amazonian forests pressures for openings of major highways, among other timber holdings, noting that the low technology of the time was totally ineffective for these uses. Directly inserted in this context the municipality of Paragominas-Pa was constantly undergoing changes in their natural surroundings, in this case, the predatory removal of forests. Among the various forms used for monitoring and control of forests afetas by high intensities of these types of explotation, we highlight the application of remote sensing and GIS to subsidize certainly plausible to detect changes in the forest canopy caused by logging techniques holdings. The methodology of the study has been divided into stages, the first stage pre-processing of the image was applied. It is hoped that with the applied Methodology, there is the realization of forest monitoring in these regions of the state.

Palavras-chave: amazonian forests, gis, geology, forest monitoring, paragominas-pa.

1. Introdução

Na década de 70 houve nas regiões de florestas amazônicas intensas pressões para aberturas de grandes rodovias, explorações madeireiras entre outras, observando que a baixa tecnologia da época era totalmente ineficaz para esses usos (CORREIA, 2009). Diretamente inserido nesse contexto o município de Paragominas-Pa estava constantemente passando por mudanças em suas paisagens naturais, nesse caso, a retirada predatória das florestas (FRANCEZ, 2007). Diante desse cenário Paragominas foi por muitos anos um dos municípios que mais haviam ocorrências de desmatamentos, por isso, vários estudos foram desenvolvidos nessas áreas buscando alternativas sustentáveis para o desenvolvimento sócio-ambiental, entre os quais estava o aprimoramento das tecnologias que poderiam ser usadas para a atividade de manejo florestal sustentável (CARRIELO, 2008).

Contudo, sabe-se que a exploração madeireira na Amazônia ainda é passível, em sua maior parte, de explorações feitas por métodos ineficazes tanto para a geração de renda quanto para a intensidade de degradação florestal causada pelo falta de planejamento adequado das atividades de extração de madeira, tais como, abertura de estradas, pátios de estocagem, trilhas de arraste, direcionamento de queda, corte de cipós entre outras (CASTRO, 2009).

Dentre as diversas formas utilizadas para monitoramento e controle das florestas afetas por altas intensidades desses tipos de exploração, destacam-se a aplicação do sensoriamento remoto e o geoprocessamento que certamente subsidiam técnicas plausíveis à detecção de alterações sob o dossel florestal causado pelas explorações madeireiras (SILVA, 2007). Com isso espera-se que haja uma maior efetividade do monitoramento ambiental das explorações madeireiras no estado do Pará, considerando as dificuldades para fiscalização em função de diversos fatores que envolvem os órgãos competentes.

As alterações na cobertura vegetal e do solo podem ser detectadas através da análise de imagens orbitais, aplicando o NDFI para gerar as chamadas imagens-fração (IF) contendo informações precisas sobre as proporções dos componentes puros, como vegetação verde, vegetação não fotossinteticamente ativa, solo e sombra, considera-se fundamental a

interpretação e analise das imagens-fração para o entendimento dos tipos de degradação ocorrentes especificamente em áreas de exploração madeireira (SOUZA Jr, 2003).

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

O município de Paragominas, situado às margens da rodovia Belém-Brasília (BR-010), a 320 quilômetros da cidade de Belém entre as coordenadas geográficas 02°30’00’’S; 46°40’00”W e 02°30’00’’S; 46º20’00”W, possui uma área de 1,93 milhões de hectares (1,5% da superfície do Pará) e abriga uma população de quase 91 mil habitantes (IBGE, 2007).

Paragominas faz parte da mesorregião Sudeste Paraense e se limita a leste com o Maranhão, ao norte com os municípios de Ipixuna do Pará e Nova Esperança do Piriá, ao sul com Ulianópolis e Dom Eliseu e ao oeste com Goianésia do Pará, como mostrado na imagem a seguir.

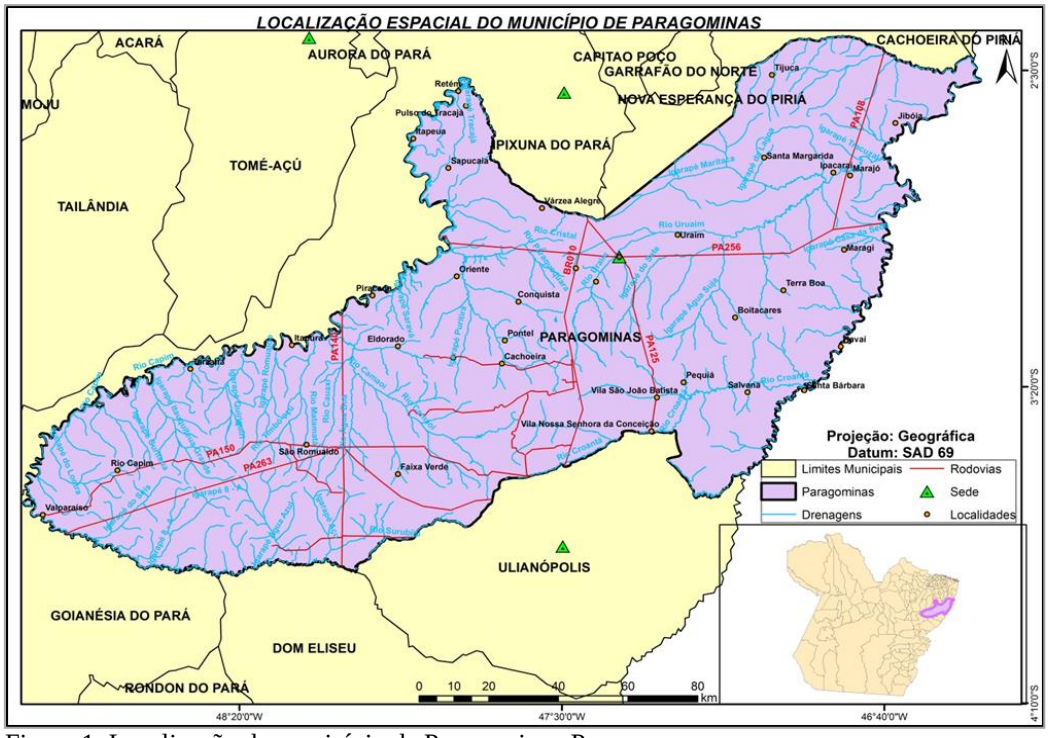


Figura 1: Localização do município de Paragominas-Pa.

2.2 Obtenção da Base de Dados

Através das bases cartográficas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), foi confeccionados os mapas de localização do município e delimitação da cena de estudo com delimitação das redes de drenagem, estradas, localidades entre outros. Toda base vetorial cedida está orientada de acordo com a projeção Geográfica e no Datum SAD 69.

Para análise da intensidade de degradação florestal foi utilizada a imagem do satélite Landsat 8 sensor OLI órbita e ponto 223-62, como visto pela figura a seguir. A imagem adquirida é datada do período de baixo índice pluviométrico o que possibilita menor incremento de nuvens na cena, a imagem foi obtida do site da NASA (*www.usgs.com.org*).

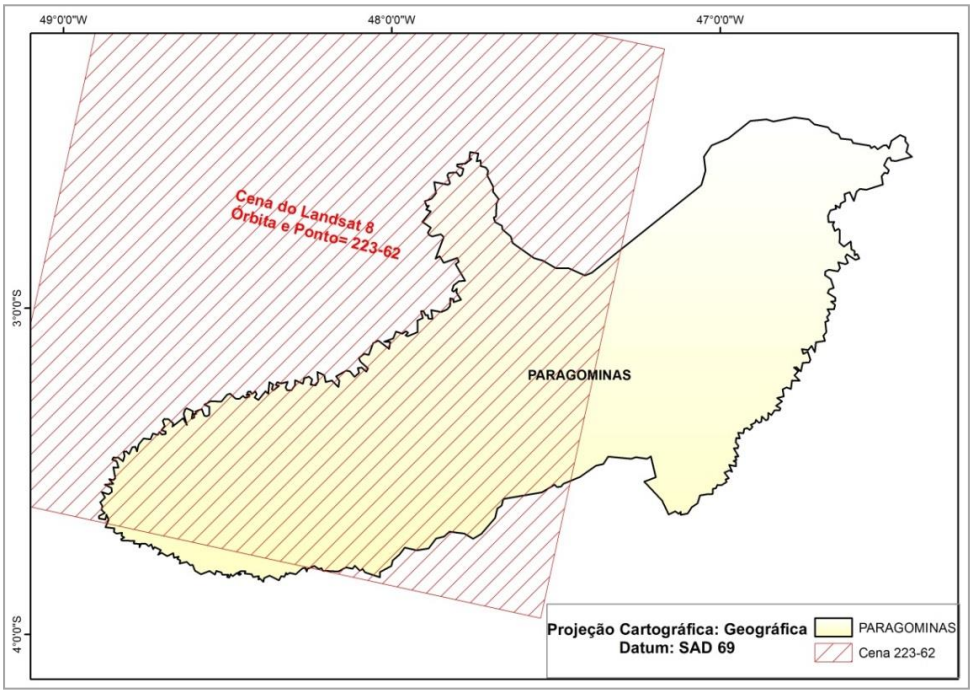


Figura 2: Delimitação da cena para análise das áreas de exploração florestal.

2.3 Metodologia Aplicada

A metodologia do estudo foi dividida em etapas, na primeira etapa foi aplicado o pré-processamento da imagem. Em seguida, foi aplicado o processamento para gerar o modelo de mistura espectral na imagem Landsat para obtenção das imagens de abundância de solos, vegetação, sombra e NPV (vegetação não fotossintética) e posterior extração de informações destas imagens. Na terceira etapa, foram aplicadas o agrupamento das imagens-fração e composição de cores em NDFI para visualização de estradas, degradação e pátios de estocagem. Na etapa seguinte foram coletadas amostras de controle (*rois*) para obtenção das médias das respostas espectrais do conjunto de pixels coletados. Finalizando, foi feita a avaliação dos indicadores de degradação florestal e obtenção dos intervalos de interesse para classificar a Qualidade do Manejo Florestal nessas áreas, para melhorar o entendimento da sequencia metodológica do estudo é apresentado o fluxograma na figura 3.

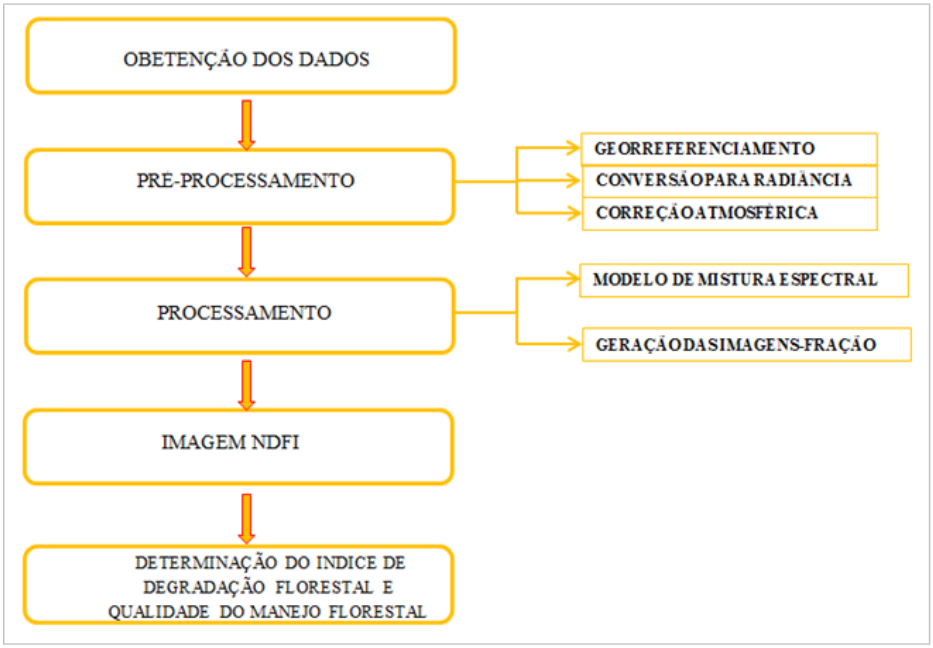


Figura 3: Fluxograma geral da metodologia aplicada.

2.4 Processamento das Imagens de Satélite

2.4.1 Pré-Processamento

A imagem do Landsat está georreferenciada com nível de ajuste geométrico satisfatório para esse estudo, ressalta-se que quanto menor for a escala de trabalho possivelmente há necessidade de eventuais retificações geométricas na cena, no entanto, foi preciso reprojeta-la para o sistema Universal Transversa de Mercator - UTM, Datum WGS 84 Fuso 22S, pois a mesma encontra-se orientada para o norte verdadeiro ou 22N.

Em seguida a calibração radiométrica da imagem foi processada pelo IMG tools pela função *Radiometric Calibration* gerando como produto a imagem de Radiância. Os parâmetros de correção atmosférica foram extraídos no meta-arquivo da cena.

2.4.2 Processamento da Imagem (Cena Completa)

Primeiramente com uso do IMG tools gerou-se a imagem de radiância, sendo que as radiâncias representam a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medidas pelo satélite, para que se possa diminuir as interferências nos valores digitais dos pixels, sendo assim, essas imagens de radiância representam valores corrigidos e com menor taxa de incremento e/ou subtração no valor digital. O resultado deste processamento é atribuído a seleção dos *endmembers* que melhor representaram os elementos: sombra, solo, vegetação e NPV. Na análise de mistura espectral foram usados esses *endmembers* para estimar as abundâncias dessas frações.

Segundo o IMAZOM para que sejam estabelecidos os valores correspondentes aos intervalos de degradação florestal exposto pela PORTARIA Nº 063/2014-GAB/SEMA, a metodologia, desenvolvida pela ONG, inclui a amostragem de 100 pixels por polígono amostral (ferramenta *rois* no envi), em média são coletadas 3 amostras bem espacializadas e exatamente sobre as áreas de exploração florestal, por isso os resultados obtidos estarão dentro dos intervalos propostos. A fórmula a seguir é usada para determinar e analisar o intervalo vigente de um determinado processo de exploração madeireira, sendo a principal fórmula elaborada para analise da Qualidade do Manejo Florestal.

$$Q_M = (\text{média.(amostra 1; amostra2; amostra3)})/100\text{-}1$$

Para identificar o grau de degradação florestal na área de exploração madeireira, coletou-se três amostras representativas, onde cada uma delas é formada por um polígono com abrangência de 100 pixels. Assim como o valor médio das amostras foi enquadrado no intervalo do NDFI de baixo, intermediário à alta intensidade de degradação conforme a descriminação abaixo (SEMA, 2014)

I – baixo: NDFI $\geq$ 0,90;

II – intermediário: 0,85 $\leq$ NDFI $\leq$ 0,89; e

III – alto: NDFI $\leq$ 0,84.

3 Resultados E Discussão

3.1 Avaliação das imagens processadas e dos resultados obtidos

Os resultados obtidos nas imagens-fração e NDFI do ano de 2013 revelaram vários problemas de execução e planejamento do manejo florestal sustentável em áreas de exploração florestal no Pará. Das duas áreas avaliadas nesse estudo as maiores diferenças nos padrões de comportamento da exploração de madeira foram observadas nessas áreas, conforme a classificação da intensidade de degradação proposta na portaria da SEMA, as figuras a seguir são as imagens-fração geradas para cada área de estudo.

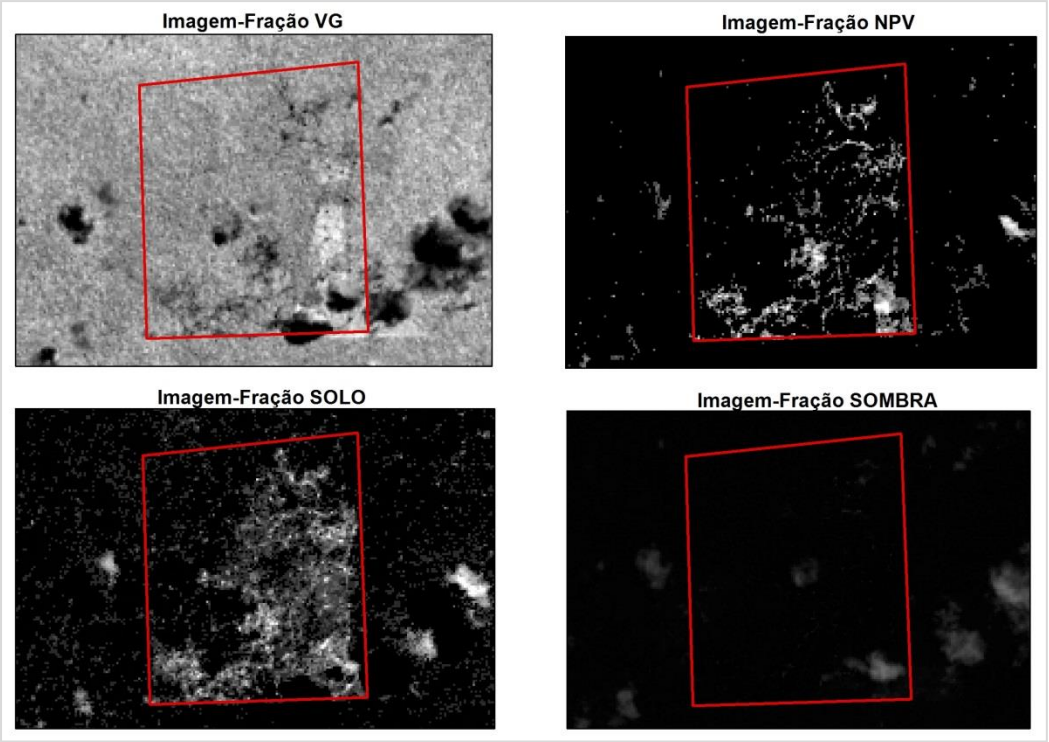
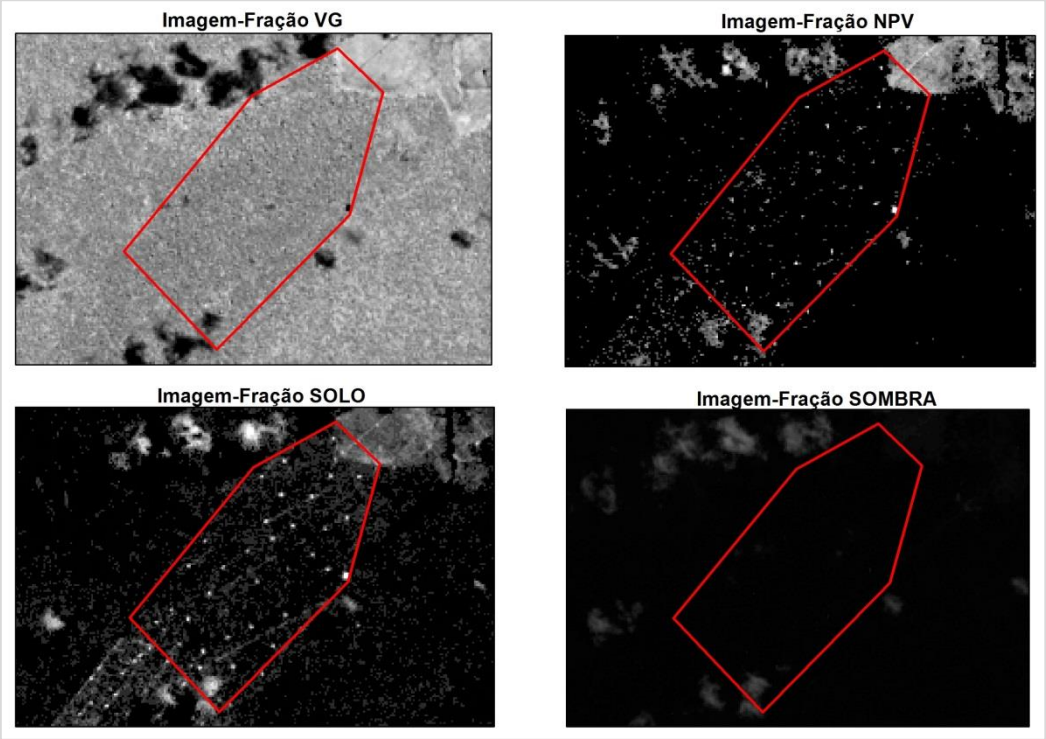


Figura 4: Imagens-fração geradas para a área 01.

Nesse caso, há uma clara evidencia da ausência de planejamento da exploração florestal, apesar de ser uma área autorizada à exploração ainda assim é possível com a decomposição da imagem em frações observar a alta exposição de solo exposto dentro da área. Em consequência da alta degradação e exposição de solo é esperado que essa área esteja classificada com índice de NDFI alto, ou seja, a abertura no dossel florestal certamente ocorreu de forma não planejada inferindo no desgaste das vegetações remanescentes.

Em situação oposta ao descrito na área 01, aqui percebe-se que há um padrão fundamental para garantia da conservação da vegetação remanescente, então é explicito que nessa área houve um forte desempenho por conta planejamento e execução da exploração. Em destaque (ponto brancos) às aberturas de pátios de estocagem *in loco* devidamente espacializadas pelo local.

Figura 5: Imagens-fração geradas para a área 02.



3.2 Avaliação da Degradação Florestal nas Áreas de Estudo

A exploração madeireira na área 01 apresentou um índice de degradação de **0,8**, esse resultado se enquadra no perfil de alta degradação ambiental e baixa qualidade do manejo florestal, os motivos pelo qual esse tipo de manejo é degradante está justificado no baixo planejamento de abertura de estradas, pátios de estocagem, trilhas para arraste de toras entre outros, considerando essa situação, poderíamos inferir que esse local de exploração se enquadra como sendo de Exploração Convencional-EC. Entretanto, a exploração na área 02 atingiu o valor de **0,94**, isso quer dizer que, esse tipo de exploração madeireira demostrou baixo índice de degradação ambiental e consequentemente alta qualidade do manejo florestal, subentende-se nesse caso que, há correlação com o fundamento do manejo florestal sustentável, podendo ser considerado Exploração de Impacto Reduzido-EIR.

4 Conclusão

Este estudo mostrou que é possível monitorar áreas de exploração madeireira na Amazônia utilizando imagens Landsat 8 sensor OLI em floresta naturais. Sendo assim, essas imagens podem ser usadas para avaliar o nível dos impactos no dossel florestal, ou seja, se a exploração madeireira foi conduzida obedecendo às técnicas necessárias a sustentabilidade dos recursos florestais. Além disso, a metodologia tem grande aplicação em programas de monitoramento, fiscalização e controle da atividade madeireira na Amazônia.

A análise da área 02 alcançou bons indicativos ambientais, os quais podem ser correlacionados com os princípios que regem o manejo florestal, haja vista que, as diferenças de resultados obtidos entre as explorações avaliadas, podem ser comparados e avaliados criteriosamente. Diante disso, a medida que o processamento das imagens orbitais era realizado, esperava-se que não houvesse divergências quanto as determinações estabelecidas pela SEMA.

O modelo de mistura espectral e o NDFI aplicado às imagens do satélite Landsat 8 sensor OLI, devem ser usados como medida de controle ambiental para exploração madeireira. Entende-se que essa técnica deva ser adotada pelos gerenciadores e/ou responsáveis pelo

processo de extração de madeira em florestas naturais, sendo uma alternativa clara para comprovação do tipo de técnica usada para retirada e planejamento de extração de madeira comercial.

Referências Bibliográficas

CARIELLO, R.V. **Considerações sobre a Exploração Florestal de Impacto Reduzido**. Seropédica, RJ 2008.

CASTRO, T.N. **Comparação de diferentes formas de colheita florestal na Amazônia brasileira através da modelagem da produção e do crescimento.** Piracicaba 2012.

CORREIA, A.V. **Florestas, muito mais que árvores**, 2009.

FRANCES, L. M. B.; CARVALHO J.O. P.; JARDIM F. C. S. **Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de Terra firme na região de Paragominas, PA,** VOL. 37(2) 2007: 219 – 228p.

SILVA, R.R. **Aplicação de Imagens Orbitais de Alta Resolução Espacial no Cadastro Técnico Rural Multifinalitário.** Porto Alegre, RS. Agosto de 2007.

SOUZA, JR., C.; BARRETO, P.; MONTEIRO, A.L. **Exploração madeireira na Amazônia: é possível monitorar por satélite.** Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v.33, n.197, p.62-65, 2003b.

USGS. **United States Geological Survey**. Disponivel Em*:* < http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 09 de setembro de 2014.