

Análise temporal das alterações na cobertura florestal na REBIO do Gurupi (Maranhão) utilizando dados do DETER – B de 2012 a 2015

Magda Valéria Corrêa Miranda²
Igor da Silva Narvaes¹
Arlesson Antônio de Almeida Souza²
Emily Regina Siqueira Dias¹
Jeremias Vitório Pinto Feitosa¹
Camila Barata Quadros¹
Mírian Corrêa Dias²
Douglas Rafael Vidal de Moraes²
Jefferson de Jesus Souza²
Laís Freitas Moreira dos Santos²
Nelton Cavalcante da Luz²
Ronise Rafaelle Mendonça Arraes²
Roberto Wilson Oliveira Dias²
Cesar Guerreiro Diniz¹
Marcos Adami¹
Alessandra Rodrigues Gomes¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Centro Regional da Amazônia - CRA
Av. Perimetral, 2651 – 66077-830 Belém, PA, Brasil
{emily.dias, jeremias.feitosa, camila.quadros, cesar.diniz, igor.narvaes, marcos.adami,
alessandra.gomes}@inpe.br

² Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE
Av. Dr. João Guilhermino, 429 – 12210-131 - Centro - São José dos Campos - SP
{mirian.dias, douglas.moraes, jefferson.souza, lais.santos, magda.miranda, nelton.luz,
ronise.arraes, roberto.dias, arlesson.souza}@funcate.org.br

Abstract. Deforestation in Amazon Region is an historic event that despite of all public policies and measures aiming its mitigation, still threatens forest areas in Legal Amazon, such as the Biological Reserve of Gurupi (REBIO of Gurupi), in the state of Maranhão, which is an area of high ecological interest, besides of being the only Full Protection Conservation Unit. Even though it is a very environmentally significant area, this Conservation Unit has been suffering intense deforestation, logging exploitation and burning throughout the last years. These events are monitored by the National Institute for Space Research (INPE), by the DETER-B Project, which provide maps deforestation alerts, different degradation levels and logging exploitation in the Legal Amazon, using images from Advanced Wide Field Sensor (Resourcesat-II - AWiFS) and Wide Field Imager (CBERS 4 - WFI). The data produced by this project were analyzed in the REBIO of Gurupi's area from 2012 to 2015, summing up 29 km² of total or partial removal of forest cover inside the REBIO. The deforestation was formed by small polygons, situated in the south part of the area, close to the rural owners' settlements. The degradation and selective logging were more evident in the north part of the REBIO, where the logging companies are located. Therefore, it is extremely important to keep monitoring this area, in order to guarantee the protection of its natural resources and make sure the Conservation Unit will keep fulfilling its main role, which is preserve natural areas.

Palavras-chave: *remote sensing*, sensoriamento remoto, *deforestation*, desmatamento, *Amazon*, Amazônia, processamento de imagens, *image processing*.

1. Introdução

A Amazônia Legal é monitorada há mais de vinte anos por projetos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), como o PRODES, responsável pelo monitoramento do

desflorestamento neste bioma, com área mínima mapeada de 6,25 ha; o TerraClass, onde as áreas desflorestadas são classificadas em determinados tipos de uso do solo; o DETER-B, onde são mapeados diariamente desflorestamentos com área mínima de 3 ha, menores que os verificados pelo DETER-A (área mínima de 25 ha); DETEX, responsável pelo monitoramento da exploração seletiva de madeira; DEGRAD, que monitora a degradação na Amazônia Legal e o projeto Queimadas, que oferece para a sociedade, informações gerais sobre incêndios, como focos de calor, riscos de fogo, entre outros.

A Rebio do Gurupi faz parte da floresta amazônica Maranhense, que de acordo com Martins e Oliveira (2011) carece de pesquisas devido à desatenção por parte do Estado, que é consequência da intensificação da modificação da paisagem amazônica na região, pelo uso da terra com exploração madeireira e expansão da fronteira agrícola há mais de 50 anos. Esta área é o que restou dos mais de um milhão e seiscentos mil hectares que compunham a Reserva Florestal de Gurupi, criada por Jânio Quadros em 1961. Esta reserva foi criada após o rápido esgotamento de árvores de valor comercial na região de Imperatriz, depois da abertura da via de acesso aos mercados consumidores (MOURA et al. 2011), como por exemplo a rodovia BR-010 e BR-222. Observa-se assim, que o contexto no qual a Rebio está inserida, sempre sofreu com a pressão do desmatamento.

Esta área tem importância estratégica na conservação do remanescente florestal do estado, pois localiza-se na transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, sendo próxima à região do arco do desmatamento, abrangida também pela Área de Endemismo Belém – AEB, que se estende entre o leste do Pará e o oeste do Maranhão, com flora e fauna peculiares (SILVA et al. 2005). Esta Unidade de conservação (UC) é a única de proteção integral no Estado do Maranhão e a segunda UC mais antiga deste Estado, tendo sido criada pelo Decreto nº 95.614 de 12/01/1988, atualmente gerenciada pelo ICMBio. Segundo Moura et al. (2011), os estudos biológicos realizados na área indicaram a existência de rica fauna, com endemismos de aves e primatas. Além da proteção da biodiversidade, a Rebio do Gurupi teve como objetivo proteger as serras do Tiracambu e da Desordem, onde se situam várias nascentes de tributários das bacias hidrográficas dos rios Gurupi e Pindaré, que são os principais rios desta porção do Maranhão. Araújo Lopes e Filho (2011) constataram a extrema importância das Terras Indígenas Awá, Alto Turiaçu, Caru e da Reserva Biológica do Gurupi no papel de manutenção dos remanescentes da floresta ombrófila no estado, que devido às suas dimensões e por apresentarem-se de forma contígua, são ainda quem conseguem manter o melhor e mais homogêneo espaço do bioma amazônico no Maranhão.

O projeto de Detecção do Desmatamento e alterações da cobertura florestal em Tempo Quase Real (DETER-B), o qual utiliza imagens do sensor *Advanced Wide Field Sensor* (AWiFS) do satélite indiano *ResourceSat- II* e de imagens do sensor *Wide Field Imager* (WFI) do satélite sino-brasileiro de recursos terrestres (CBERS-4), mapeia alerta de desmatamento, diferentes níveis de degradação e de exploração florestal na Amazônia Legal. Neste contexto, com o objetivo de identificar os processos de dinâmica de conversão da cobertura e mudanças no uso da região, foram utilizados os dados deste projeto para a área da Rebio do Gurupi, durante o período de 2012 a 2015.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de estudo

O Maranhão é um Estado da região nordeste do Brasil que faz limite com o Pará, na região norte, o qual está localizado na porção mais oriental do bioma de floresta na Amazônia, possuindo grandes áreas com vegetação de transição e vastas porções de cerrado (MARTINS E OLIVEIRA, 2011). A área da Amazônia maranhense encontra-se dividida entre as bacias hidrográficas dos rios: a) genuinamente maranhenses: Pindaré (à oeste da Rebio), Turiaçu (à

oeste da Rebio), Maracaçumé, e Pericumã; b) limítrofes: Tocantins e Gurupi, este último na divisa da Rebio (ao norte) com o Estado do Pará.

Estas bacias apresentam restrições sazonais com relação à disponibilidade das águas (COSTA et al. 2011). A Rebio do Gurupi localiza-se entre as coordenadas geográficas de longitude $46^{\circ}27' / 46^{\circ} 58'$ (oeste) e latitude $3^{\circ} 9' / 4^{\circ} 08'$ (Sul) (BRASIL, 1999) e possui 2.711,82 km², no Estado do Maranhão, abrangendo os municípios de Centro Novo do Maranhão (MA), São João do Caru e Bom Jardim (BRASIL, 1999), tendo como áreas limítrofes as Terras Indígenas (TIs) Alto Turiaçu, Awá e Caru. Possui fitofisionomia formada por Floresta Ombrófila densa de terras baixas, Floresta Ombrófila densa submontana e vegetação secundária e atividades agrárias (Figura 1).

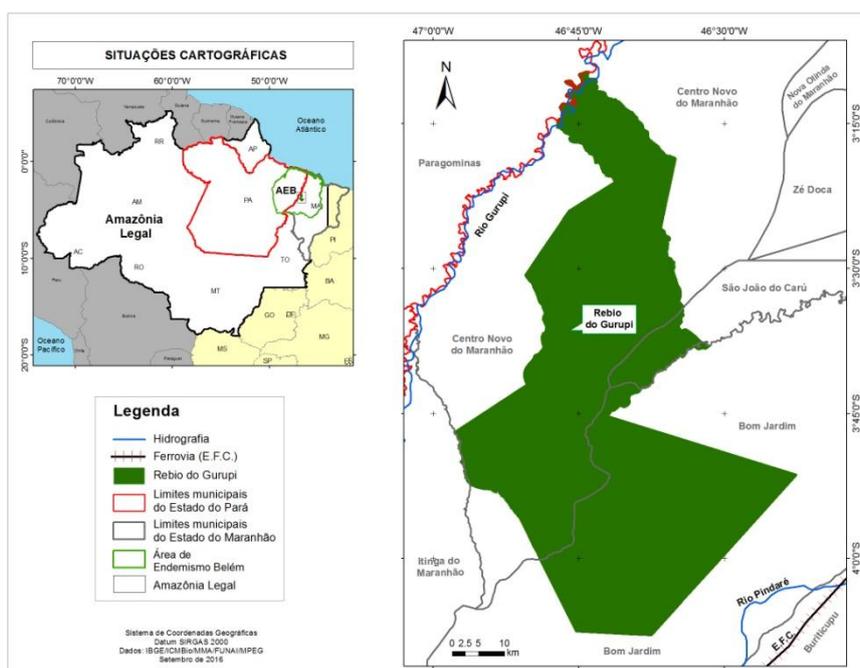


Figura 1. Localização da Área de estudo.

2.2. Processamentos

Foi utilizado o software TerraAmazon, versão 4.6.2, com banco de dados estruturado em PostgreSQL (INPE/FUNCATE, 2013). As técnicas de processamento digital de imagens utilizadas neste projeto seguem a metodologia de análise e geração dos resultados proposta por Diniz et al. (2015), já consolidada no projeto DETER-B (<http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/06.03.17.54/doc/publicacao.pdf>) resumida na Figura 2.

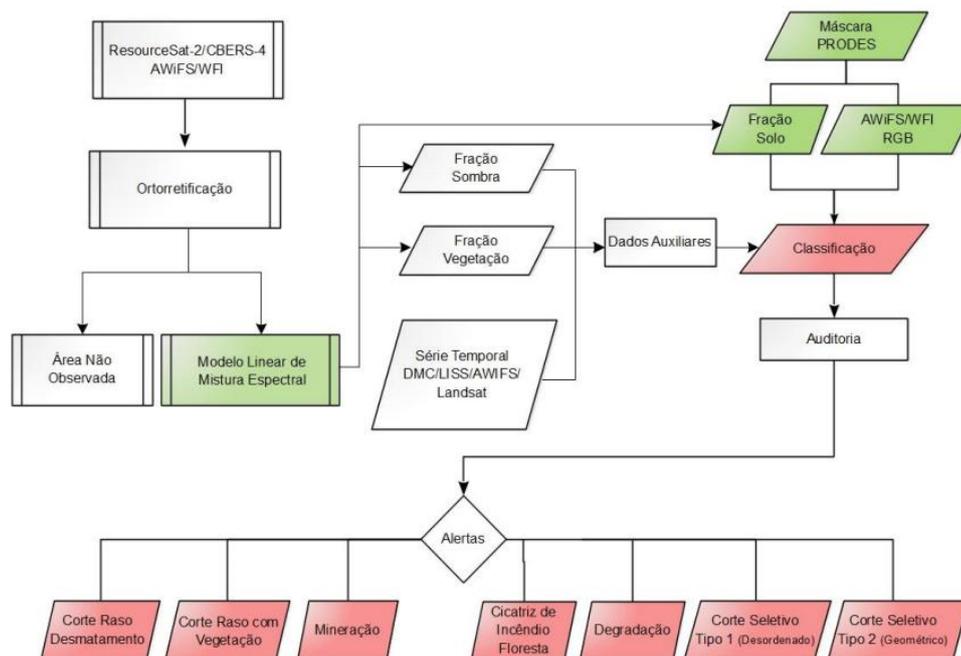


Figura 2. Localização da Área de estudo.
 Fonte: Diniz et al. (2015), modificada por INPE (2016).

Assim, de posse dos dados gerados a partir da metodologia descrita anteriormente, as etapas metodológicas para a análise consistiram no agrupamento dos alertas e degradações de cada mês em um único arquivo vetorial, compondo os dados dos indícios anuais, o qual posteriormente foram diferenciados pela rotulação das classes temáticas. Por último, com o uso da ferramenta *intersection* no TerraAmazon, foi realizada a “interseção” entre estes polígonos, ano a ano, de forma que fosse eliminada a sobreposição e assim calculado apenas o incremento anual nas classes.

3. Resultados e Discussão

Nesta análise, utilizando os dados do projeto DETER-B, foram verificados desmatamentos com corte raso, desmatamentos com vegetação, degradação e corte seletivo convencional (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados do mapeamento DETER-B para a Rebio do Gurupi, no período de 2012 a 2015.

Classes	Ano					
	2012		2014		2015	
	Área (km ²)	Nº de polígonos	Área (km ²)	Nº de polígonos	Área (km ²)	Nº de polígonos
Corte Seletivo Convencional	18,40	9	-	-	-	-
Degradação	0,70	3	-	-	0,50	6
Desmatamento com Corte Raso	3,40	52	0,27	4	0,71	8
Desmatamento com Vegetação	4,54	34	-	-	0,48	5
TOTAL	27,04	98	0,27	4	1,69	19

Segundo dados PRODES (INPE, 2015), em 2015 a Rebio do Gurupi apresentou 29,14 % de sua área total desmatada, o que demonstra a fragilidade desta área na contenção de atividades ilegais na região. Pinheiro et al. (2011), analisando a cobertura vegetal na Rebio do Gurupi com duas classes e utilizando classificação supervisionada, em imagens Landsat-TM e CBERS-2, nos anos 1988, 1996 e 2005, constataram que em 1988, 91,08% da área total da reserva era ocupada por floresta, já em 2005, 17,76% da floresta existente em 1988 tinha sido convertida em área para agropecuária e regeneração natural. Esta devastação nas regiões norte e central da UC, segundo Moura et al. (2011) foi provocada pela demanda de carvão e madeira e pela expansão das pastagens.

Assim, em 2012, foram mapeados 3,40 km² de desmatamento com corte raso, correspondendo a 52 áreas alteradas; 4,54 km² de desmatamento com vegetação (34 polígonos); 0,70 km² de degradação em 3 verificações; e 18,40 km² de corte seletivo convencional, o qual são consideradas atividades de garimpagem florestal para a extração ilegal de indivíduos de interesse comercial, contatadas em 9 observações para este ano. Já para o ano de 2013 não foram constatadas alterações na cobertura florestal da Rebio, todavia em 2014, foram mapeados 0,27 km² de desmatamento com corte raso em 4 regiões distintas. Vale ressaltar que o baixo número de mapeamentos pode estar associado à irregularidade na disponibilização de imagens AWiFS pelo *Resourcesat-I* além da intensa cobertura de nuvens na área da Rebio ou ainda pode ser consequência das intensas operações de fiscalização, repressão e combate ao desmatamento na área, envolvendo o IBAMA, ICMBio, Polícia Federal (PF), Polícia Rodoviária Federal (PRF), Força Nacional e Polícia Ambiental do Maranhão, desde 2007, onde madeira ilegal foi apreendida, equipamentos foram destruídos e queimados, serrarias fechadas e multas aplicadas (IBAMA, 2016; G1, 2016).

Em 2015, foi verificado novamente um aumento das atividades ilegais na área, com alterações causadas por desmatamento com corte raso de 0,71 km² de desmatamento; 0,48 km² de desmatamento com vegetação e 0,50 km² de degradação. (Figura 3).

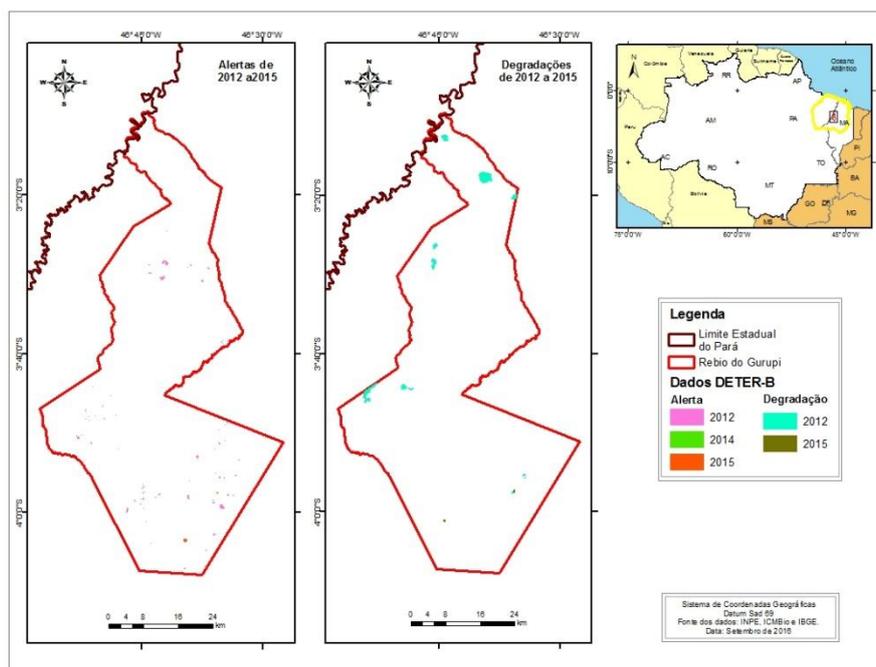


Figura 3. Distribuição anual do mapeamento DETER-B encontrado para a área de estudo no período analisado.

Também foram consideradas as áreas não observadas, ou seja, as áreas cobertas por nuvens ou sombras projetadas destas, tendo sido gerado a máscara de nuvens, denominado de

Cloud Detection, implementado no *software* TerraAmazon conforme estabelecido por Moraes et al. (2015).

Analisando o histórico de intervenções na área de estudo, Miranda (2014) verificou que o desmatamento total observado no período 1988 – 2010, concentrou-se particularmente na zona de amortecimento de 10 km, que sobrepõe-se às TIs, uma região de intensa pressão antrópica. Todavia, no interior da Rebio, foram mais comuns as classes degradação, corte seletivo geométrico, corte seletivo desordenado e cicatriz de incêndio florestal. O padrão no interior da Rebio, verificado no período de 1988 a 2010, é o mesmo verificado nesta análise, para os de 2012 a 2015, onde as áreas de degradação e corte seletivo desordenado, localizam-se principalmente ao norte da Rebio, onde segundo Moura et al. (2011), há grande concentração fundiária por parte de pecuaristas e empresas madeireiras. Quanto aos desmatamentos na porção sul da área, eles são próximos aos assentamentos rurais e pequenos produtores.

Em relação aos desmatamentos e degradações encontrados na área de estudo segundo Kohlhepp (2002), a partir de 1970, houve um grande movimento de desenvolvimento econômico onde foram colocadas em prática ações estatais, como construção de estradas, projetos de colonização rural e redução de impostos, e ações privadas, como investimentos econômicos em vários setores mediante incentivos fiscais e redução de taxas tributárias, empregadas como investimento na criação de gado, indústria e projetos de mineração. A partir de 1980, houve incentivo a projetos oficiais de fazendas de criação de gado que foram responsáveis pela enorme destruição das florestas tropicais, principalmente nas regiões do sudeste e do leste do estado do Pará. Porém, no final dos anos 1970 se tornou evidente o fracasso dos projetos de fazendas de gado, o que resultou em cancelamento de incentivos fiscais, acabando assim com novas iniciativas de pecuária. Ocorrendo posteriormente a este evento um impulso a colonização agrícola por pequenos agricultores (KOHLHEPP, 2002). Ainda a partir da década de 1970, a frente madeireira promoveu uma rápida devastação da floresta amazônica em sua então fronteira oriental: o oeste e sudoeste do Maranhão (VARGA, 2008), segundo este autor, impelida, sucessivamente, pelas construções das rodovias BR-010 e 222, pelo crescimento de Açailândia e Imperatriz, pelo Projeto de Colonização Agrícola de Buriticupu, e pela construção da Estrada de Ferro (EF) Carajás. A partir dos anos 90, aumentou a preocupação internacional com a destruição das florestas tropicais, que resultou em julho de 1990 na criação do Programa Piloto Internacional para Conservação das Florestas Tropicais Brasileiras (PPG-7), consistindo em um conjunto de projetos que devem contribuir para o uso sustentável dos recursos naturais e para uma substancial redução da taxa de desflorestamento. Ainda como medida governamental para reduzir o desmatamento na Amazônia, foi aprovada em 2000 o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (KOHLHEPP, 2002). Segundo Veríssimo (2014), em 2004, o Brasil buscou melhorar a fiscalização e criou mais de 500 mil quilômetros quadrados de novas Unidades de Conservação que ocasionou em uma redução expressiva do desmatamento, que caiu de quase 28 mil quilômetros quadrados, em 2004, para cerca de 5,8 mil quilômetros quadrados em 2013. Esta diminuição no desmatamento a partir de 2004, consequência também da implantação do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), foi verificada para a área da Rebio no mapeamento realizado por Miranda (2014), onde a partir de 2005, os valores de desmatamento por corte raso diminuíram e a alteração da cobertura florestal passou a se dar através da exploração seletiva de madeira, atividade que foi verificada nesta análise em 2012, na porção norte da Rebio.

A criação de áreas protegidas como as UCs e TIs, é vista como uma estratégia para conter o desmatamento (MARTINI et al. 2012), porém, a exemplo do que ocorre na Rebio do Gurupi, a ocupação humana em unidades de conservação (UC) é um dos aspectos polêmicos na administração destas áreas, uma vez que esta ocupação ameaça a conservação da

biodiversidade (TEIXEIRA, 2005). Conforme recomenda Fearnside (2005), o desmatamento na Amazônia precisa ser combatido e segundo várias são as estratégias para desacelerá-lo: a repressão, através de licenças, fiscalizações e multas; reforma política sobre impostos, créditos e subsídios; título de posse da terra e reforma política de Assentamento, pois a intensidade do desmatamento cai com o aumento do tamanho da propriedade.

4. Conclusão

Com base nos resultados encontrados é possível concluir que o tipo e a dimensão da alteração da cobertura florestal estão relacionados com os atores sociais existentes na área. Os polígonos de pequena dimensão, localizados mais ao sul da área, são próximos aos assentamentos de proprietários rurais, já as degradações e corte seletivo, predominaram ao norte da Rebio onde localizam-se empresas madeireiras. A classe mais representativa no período foi o corte seletivo desordenado, mapeada em 2012, o que correspondeu a 68,04% do total de alterações encontradas na área. É evidente a relação entre a intensidade da alteração na cobertura florestal e o contexto político, econômico e social, onde a intensa atividade pecuária culminou com grandes áreas desmatadas na década de 80 e a diminuição do desmatamento com aumento da exploração seletiva de madeira após 2004, ocorrendo desta maneira até o momento de análise destes dados, como consequência das operações de fiscalização e repressão ao desmatamento. Diante deste comportamento, é importante o monitoramento dos eventos que alteram a cobertura florestal na Rebio, uma vez que põe em risco a biodiversidade desta área prioritária para a conservação dos remanescentes florestais já escassos no estado do Maranhão. Atrelado a isto, ações de fiscalização e repressão ao desmatamento devem ser constantes.

Referências bibliográficas

- Araújo, E. P. de. Lopes, J. R. Carvalho Filho, R. Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia maranhense. In MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. G. de. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il.
- Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Reserva Biológica de Gurupi**. Brasília, junho de 1999. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/rebio_gurupi.pdf.
- Costa, K. S. P., et al. Estudo da potencialidade hídrica da Amazônia maranhense através do comportamento de vazões. In MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. G. de. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il. Acesso em: jul 2014.
- Diniz, C. G. et al. DETER-B: The New Amazon Near Real-Time Deforestation Detection System. **IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing**, vol. 8, no.7, July 2015. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7128317/?arnumber=7128317>.
- Fearnside, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, vol. 1, n. 1, julho de 2005.
- G1. Operação Tempestas: combate desmatamento e fraudes no Pará. Belém, 28.4.2016. G1, online. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/04/operacao-tempestas-combate-desmatamento-e-fraudes-no-para.html>. Acesso em: 13. nov. 2016.
- IBAMA - Instituto Brasileiro De Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. IBAMA e PF realizam operação *Hymenaea* no Maranhão e destroem 21 serrarias, Brasília, 14/7/2016. Assessoria de Comunicação do IBAMA, online. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/publicadas/ibama-e-pf-realizam-operacao-hymenaea-no-maranhao-e-destroem-21-serrarias>. Acesso em: 14. Nov.2016.

INPE. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais . Fundação De Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCTE). TerraAmazon 4.4.User's Guide Operator. 86 p. 2013. Disponível em: <http://terraamazon.org/images/DocumentacaoTerraAmazon/TerraAmazon_User_Guide_Operator.pdf>. Acesso em: 10. Nov. 2016.

INPE. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. **Metodologia do Sistema DETER – B (Sistema de detecção do desmatamento e alterações na cobertura florestal em tempo quase real) mapeamento de alertas com imagens dos sensores AWiFS-Resourcesat-2 e WFI-CBERS-4.** Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/06.03.17.54/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 18 Out 2016.

INPE. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. **Dados PRODES.** 2015. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesuc.php>. Acesso em: 10 Out 2016.

INPE. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI). **Divulgação do PRODES 2015.** Taxa estimada do desmatamento da Amazônia legal para o período ago/2014 – jul/2015. Brasília – DF, 2015. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/Prodes_Taxa2015_estimativa.pdf. Acesso em: 10 Out de 2016.

Kohlhepp, G. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.16, n. 45, p. 37-61. 2002.

Martini, D. Z. et al. Unidades de conservação como estratégia para a redução do desmatamento na Amazônia: o caso do Parque Estadual Monte Alegre. **Ambiência Guarapuava**, Paraná, v.8 n.2 p. 333 – 343, Maio/Ago. 2012

Martins, M. B. Oliveira, T. G. de. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação.** Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il.

Miranda, M.V.C. **Análise multitemporal da dinâmica do uso e cobertura do solo na Reserva Biológica (Rebio) do Gurupi no Estado do Maranhão.** Monografia (TCC) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2014.

Moraes, D. R. V. et al. **Testes para definição dos parâmetros de detecção de nuvens e sombras em imagens do sensor AWiFs no plugin Cloud Detection, do aplicativo TerraAmazon.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XVII, João Pessoa. Anais... João Pessoa: INPE, 2015, p. 5554-5561.

Moura, W. C. de, et al. **A Reserva Biológica do Gurupi como instrumento de conservação da natureza na Amazônia Oriental.** In MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. G. de. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação.** Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il.

Pinheiro, et al. Análise Multitemporal da cobertura vegetal e uso da terra na Reserva Biológica do Gurupi – MA, utilizando sistemas de informação geotecnológicos. *Revista Traços*, Belém, v. 13, n. 28, p. 21-35, dez. 2011.

Silva, J. D., et al., 2005. **O destino das áreas de endemismo da Amazônia.** *Megadiversidade*, vol.1, 124-131. 2005.

Teixeira, C. O desenvolvimento sustentável em unidade de conservação: a “naturalização” do social. **Revista Brasileira de Ciências Sociais** – RBCS vol. 20, n. 59, outubro de 2005.

Varga, I. V. D. A insustentável leveza do estado: devastação, genocídio, doenças e miséria nas fronteiras contemporâneas da Amazônia, no Maranhão. **Acta Amazônica**, vol. 38(1), p. 85 – 100, 2008.

Veríssimo, T. C. **A floresta habitada: história da ocupação humana na Amazônia.** Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, PA, 2014.