



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



**ANÁLISE E CONCEITUAÇÃO DOS PADRÕES DE DEGRADAÇÃO
FLORESTAL EM IMAGENS LANDSAT8/SENSOR OLI E IRS2/SENSOR
AWIFS, NO ESTADO DO PARÁ, NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA.**

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)

Camila Quadros (UEPA, bolsista PIBIC/CNPq)

E-mail: camila.quadros@inpe.br

Igor Narvaes (INPE, orientador – INPE/CRA)

E-mail: igor.narvaes@inpe.br

COLABORADORES

Dra. Janaina Maia

Arlesson Souza

Julho de 2015

SUMÁRIO

1.	Resumo do plano de trabalho inicial	03
2.	Resumo das atividades desenvolvidas no período	03
3.	Resultados e discussões	03
4.	Atividades Futuras	09
5.	Conclusões	10
6.	Referências	10

1. RESUMO DO PLANO DE TRABALHO INICIAL

O Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) é um projeto de alerta de degradação e desmatamento na Amazônia Legal. Consiste em identificar e mapear áreas desmatadas utilizando imagens de média resolução espacial em tempo quase real, obtendo dados satisfatórios com 86% de acertos em média. Porém, é necessário buscar aprimorar sensores e métodos para obtenção de dados referentes ao tema. Em função deste, o presente trabalho propõe analisar e conceituar os padrões de degradação florestal na Amazônia, tendo como objetivos: analisar os padrões de diferentes tipos e graus de degradação florestal, realizar o estudo da arte sobre o tema e conceituar os diferentes tipos e graus de degradação analisados na primeira parte do trabalho, referentes ao Estado do Pará. Para o desenvolvimento deste projeto foram propostas algumas etapas, das quais algumas foram realizadas em sua totalidade ou parcialmente até o presente: Capacitação em interpretação de imagens; Capacitação no software TerraAmazon; Mapeamento das áreas de degradação no Estado do Pará (áreas com disponibilidade de imagens); Levantamento bibliográfico do referido tema. Com isto, pretende-se obter respostas mais seguras e em menor tempo para que o DETER alcance seu principal objetivo de alerta de desmatamento e degradação florestal em tempo quase real.

2. RESUMO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PERIODO

- 2.1.1. Construção de mapa de nuvens em imagens de satélite AWIFS.
- 2.1.2. Levantamento bibliográfico referente ao tema proposto.
- 2.1.3. Análise dos padrões e distribuição espacial da degradação florestal para os meses de outubro e novembro de 2014, encontrados na literatura, utilizando o banco de dados elaborado para o programa DETER_B.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- 3.1. Dos conceitos de degradação

Diante da nova condição florestal da Amazônia, o simples conceito de desmatamento não é mais suficiente para tratar os grandes problemas de perda da cobertura florestal. O conceito de desmatamento está vinculado à extração total da cobertura florestal, ou apresentando um resquício de vegetação rasteira. Entretanto, as atividades de exploração e queimada degradam a estrutura da floresta, o que nos conduz a novos conceitos e discussões a respeito do tema, analisando e dando enfoque para o conceito de degradação. Todavia, para propósito de contabilidade ambiental nacional, essas áreas exploradas e queimadas permanecem classificadas como florestas intactas (GERWING e VIDAL, 2002 apud ALVES *et al.*, 1998). Por muito tempo se estabeleceu apenas dois entendimentos, sendo desmatamento ou floresta intacta, quando deparados com padrões diferentes de desmatamento, se mantinha o padrão de floresta intacta, detectando tardiamente os impactos florestais, partindo da demanda do monitoramento de áreas desmatadas, inauguradas pelo programa PRODES.

THOMPSON *et al.* (2013) sugerem que degradação florestal consiste em alterações no ecossistema, através de contínuos processos de redução de serviços (provindos da floresta como armazenamento de carbono, manutenção do clima, controle de queimadas, proteção da biodiversidade, entre outros) em relação ao estado das florestas primárias. GERWING e VIDAL (2002) afirmam que é mais preciso descrever essas florestas degradadas como intermediárias entre intactas e desmatadas, sendo necessário, então, se estabelecer um novo esquema de classificação. Em seu estudo, no que trata a degradação florestal na porção oriental da Amazônia, esse conceito é visto como um processo incremental, em que os impactos com baixa intensidade serão determinantes nos outros estágios com distúrbios mais intensos. Duas forças primárias estão rigorosamente relacionadas com a degradação, a exploração de madeira e o fogo.

Em fronteiras de exploração bem estabelecida, uma extração inicial remove tipicamente 3 a 9 árvores por/ha⁻¹ de aproximadamente 100 espécies com valor comercial, por exemplo. (VERÍSSIMO *et al.*, 1992). Embora a exploração seja seletiva, os impactos na floresta residual são substanciais, incluindo reduções de 20% a 40% na cobertura do dossel e na densidade de árvores, além do aumento de 200% na massa de resíduos lenhosos que poderiam servir como combustível para incêndios subsequentes (GERWING e VIDAL, 2002 apud UHL e KAUFFMAN, 1990; VERÍSSIMO *et al.*, 1992; JOHNS *et al.*, 1996)

Mesmo com a exploração inicial, percebe-se uma perda imediata substancial, devido a diminuição da densidade das árvores, mas também, uma perda a longo prazo, devido aos resíduos deixados por essa exploração que podem incentivar a ocorrência de incêndios. Com a consolidação dessas áreas de exploração, e posteriormente esgotamento da matéria oferecida, outras áreas passam a ser exploradas para dar continuidade nesse processo, definido como “garimpagem florestal”, difundindo novas extrações em busca de espécies comerciáveis, incluindo áreas antes com baixa intensidade de exploração. Neste sentido, há também áreas com plano de manejo aprovado, todavia estas não são manejadas, sendo retiradas em áreas adjacentes, as quais são degradadas na extração de indivíduos de interesse comercial.

A exploração contribui diretamente para outra força impulsionadora da degradação, o fogo, pois facilita o seu alastramento devido à falta de cobertura do dossel da floresta promovida pela exploração. As queimadas geralmente têm a função de “limpeza” da área, voltada para atividades agrícolas e da pastagem de bovinos. A atividade de queimada, uma vez realizada, compromete toda resistência da floresta para incidência de outras queimadas.

Assim, este processo considerado como uma degradação florestal, o qual iniciou com um ou mais episódios de exploração pode entrar num ciclo de retroalimentação positiva, no qual uma queimada inicial aumenta a probabilidade de queimadas adicionais mais intensas (GERWING e VIDAL, 2002 apud COCHRANE *et al.*, 1999).

Desta forma, o conceito de degradação considerado como um processo é definido por PINHEIRO e ESCADA (2013) da seguinte forma:

“Degradação é um processo gradativo, no qual se observa a perda parcial e contínua da cobertura, com o conseqüente aumento proporção de solo exposto”.

Já para THOMPSON *et al.* (2013) a degradação pode ser vista tanto como um estado enquanto forma de floresta degradada, como um processo contínuo ao longo do tempo e/ou espaço a floresta que pode vir a ser degradada ou que se diferencia do seu estado natural de forma gradativa. Em função disso, necessita ser compreendido em toda sua extensão, e classificado de acordo com a apresentação de suas variadas formas.

3.2. Classes ou padrões de degradação

Essas diferenciações apresentam-se de diferentes formas, de acordo com o estudo e área de enfoque dado para cada autor, adotamos aqui os mais relevantes para região que foi proposto a análise do presente trabalho (o Estado do Pará). Definimos o conceito de degradação dividido em quatro classes ou padrões:

a) Floresta intacta – que consiste em áreas de florestas maduras, que não apresentam qualquer perturbação em sua estrutura, apresentando o seu estado natural.

b) Degradação florestal inicial – apresenta pequenas clareiras isoladas, geralmente advindas da exploração seletiva de espécies de alto valor madeireiro, dispendo-se em manchas isoladas. São áreas com potencial para exploração mais tardia.

c) Degradação florestal moderada – apresenta clareiras com densidade intermediária. Nesse padrão, já é possível encontrar queimadas, sua disposição passa a ser mais próximas em forma de manchas pequenas e/ou médias.

d) Degradação florestal avançada – consiste na predominância de áreas de clareiras com alguns vestígios de floresta intacta, com sua disposição agrupada, em forma de manchas médias e grandes.

GERWING e VIDAL (2002) definem outros parâmetros de classificação, mais especificamente em cinco classes: 1) intacta; 2) explorada moderadamente; 3) explorada intensamente; 4) explorada e queimada levemente; 5) intensamente explorada e queimada. Entretanto, esta definição foi estabelecida em um caráter mais específico para atender a discussão de seu estudo.

Os padrões que foram definidos neste trabalho procuram seguir uma linha mais ampla que possa atender de forma mais adequada às atividades de identificação e prevenção de degradação.

3.3.O monitoramento florestal da degradação

Com o crescimento do interesse e preocupação de preservação da floresta, foram implementadas uma série de medidas para contenção do avanço do desmatamento e degradação florestal na Amazônia. No que tange a prevenção desses impactos, o sensoriamento remoto e as geotecnologias são as principais e fundamentais ferramentas.

Desde então são desenvolvidos uma série de projetos voltados para o combate ao desmatamento. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) tem realizado e divulgado desde 1988 levantamentos e taxas anuais de desmatamento na Amazônia. De

acordo com ESCADA et al. (2011) o PRODES, que mapeia e calcula as taxas anuais de desmatamento por corte raso, não é voltado para as atividades e planejamento de políticas públicas da Amazônia. Entretanto, o tempo gasto para desenvolver e gerar esses dados são de sete a oito meses, não sendo, portanto, um sistema adequado para a prevenção, tampouco voltado para tratar a degradação em seus variados processos.

Em função disso, no ano de 2004, para suprir essa necessidade o INPE em solicitação do governo federal criou o Sistema de Detecção de Degradação em Tempo Real (DETER). O DETER é sistema de levantamento rápido de evidências de mudanças da cobertura florestal, utilizando dados do sensor MODIS do satélite TERRA, o qual monitora tanto a ocorrência de desmatamento por corte raso quanto estágios de degradação e cicatriz de queimada, em tempo “quase real”.

Com o crescimento da incidência de degradação, em 2007, é criado o sistema de Mapeamento da Degradação Florestal da Amazônia (DEGRAD), voltado especificamente para mapear estágios de degradação. E ainda paralelamente com a criação do sistema DETER foi desenvolvido pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) outro sistema para detecção de desmatamento e degradação, o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), todavia os aspectos metodológicos e de eficiência do sistema não são conhecidos. De acordo com ESCADA et al. (2011) o SAD começou a operar em 2006, dois anos depois do DETER, abrangendo inicialmente os Estados do Mato Grosso e Pará, passando a cobrir toda a extensão da Amazônia Legal à partir de 2008.

3.3.1. Sistema de Detecção em Tempo Real (DETER)

Esse sistema utiliza imagens do sensor MODIS a bordo do satélite Terra da NASA, através da interpretação destas, identifica alterações da cobertura florestal em corte raso, degradação florestal e cicatriz de incêndio. Apresenta uma capacidade de observação diária, enviando alertas aos principais órgãos de fiscalização. O DETER opera diariamente e entrega mapas de alertas de desmatamento para o IBAMA em um a cinco dias após a data da imagem do MODIS (INPE,2010). Entretanto não se tem um mapeamento de áreas de dimensões menores do que 25 ha, devido a menor resolução/sensores utilizadas, aliado a cobertura de nuvens que varia no decorrer dos meses, encontrando processos de desmatamentos iniciados em meses anteriores, porém que não foram possíveis identificar.

3.3.2. Sistema de Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia (DEGRAD)

Esse sistema é voltado para mapear anualmente áreas específicas de floresta degradadas através de imagens de satélites LANDSAT e CBERS, seu principal objetivo é analisar as áreas degradadas que foram convertidas em corte raso. A degradação mapeada pode apresentar três padrões: a) Degradação de intensidade alta; b) Degradação de intensidade moderada; e c) Degradação de intensidade leve;

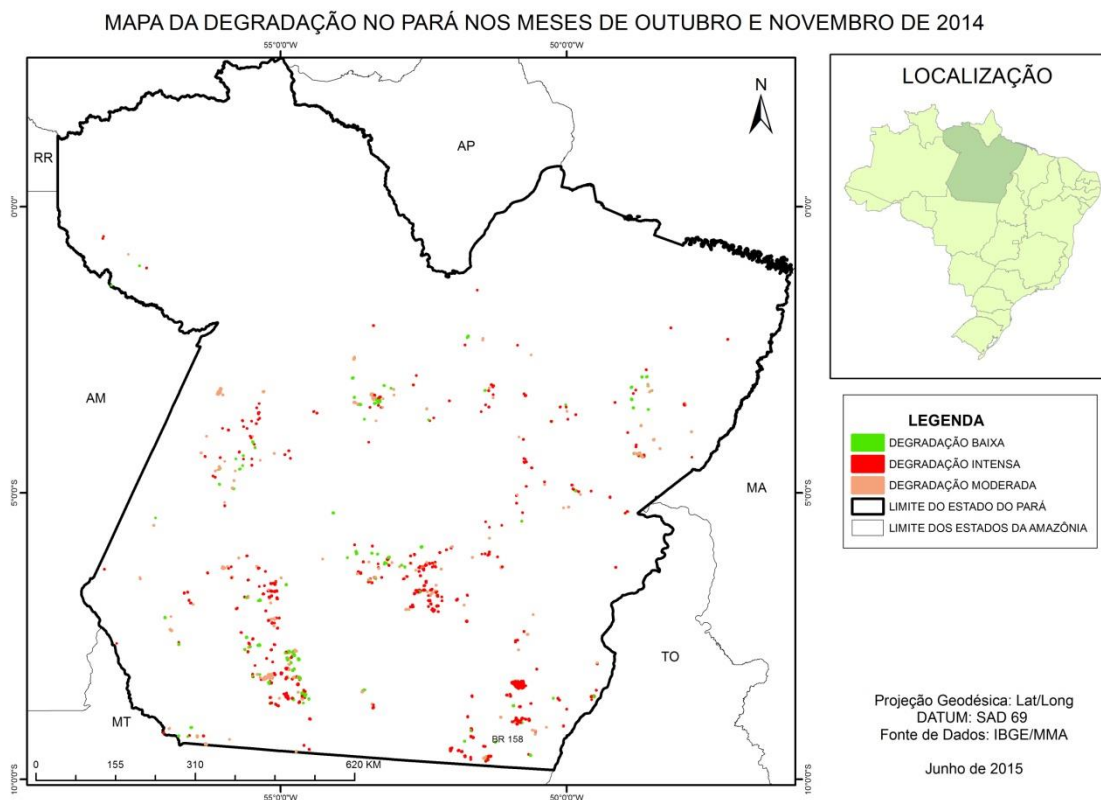
3.3.3. Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD)

O SAD, desenvolvido pelo órgão não governamental IMAZON, até o ano de 2009 mapeava apenas desmatamento por corte raso, posteriormente passou a adotar áreas de degradação progressiva; “O SAD utiliza um mosaico temporal de imagens MODIS dos produtos MOD09GQ e MOD09GA para minimizar a presença de nuvens. De acordo com ESCADA et al. (2011) este programa mapeia áreas desmatadas, degradação de floresta e floresta intacta. Em sua versão mais atual em parceria com a Google, passou a emitir boletins com disponibilização de dados que podem ser encontrados em forma de nuvens de computadores, na plataforma Google Earth Engine (EE).

3.4. Padrões de Degradação encontrados na área de estudo (Estado do Pará)

Utilizando os dados do período de outubro e novembro de 2014, encontramos os três padrões de degradação que causam impactos na cobertura florestal (Mapa 01): Degradação florestal inicial (no mapa como degradação baixa); Degradação florestal moderada; Degradação florestal avançada (no mapa como degradação intensa).

Mapa 01 – Área de estudo.



Estes padrões de degradação são verificados em áreas próximas as principais frentes de desmatamentos ocorrentes na região do estado do Pará.

4. ATIVIDADES FUTURAS

Após a realização das atividades propostas nesta primeira análise, propõem-se avançar na discussão do tema, especialmente após as discussões promovidas pelo GFOI (2014) sobre a definição em escala global sobre o conceito de degradação para estudos sobre REDD+.

Desta forma, propõe-se avançar nesta análise, com a verificação de ocorrências para o ano de 2015, no estado do Pará, por meio de pesquisa de material publicado em revistas indexadas internacionais, como subsídio para a política para a regulamentação dos cálculos de emissão de CO².

5. CONCLUSÕES

É de fundamental importância o entendimento e definição do conceito de degradação florestal, assim como dos padrões de degradação, devido a necessidade de aprimoramento das atividades de contenção do desmatamento. No sistema de monitoramento florestal, tal qual foi analisado aqui, percebe-se uma maior facilidade na interpretação e obtenção de dados às classes de desmatamento por corte raso e degradação avançada, que seguem padrões que perdem a maior parte da cobertura florestal e biodiversidade presente em determinada área, provavelmente resultantes de áreas com histórico de degradação leve a moderada, é necessário, portanto, buscar a otimização na identificação desses outros padrões, e assim, repassar o alerta aos órgãos de fiscalização em menor tempo possível para que essas áreas não evoluam.

6. REFERÊNCIAS

NOTA TÉCNICA AWIFS - DETER-B - INPE - CRA/2014.

ESCADA, M. I. S.; MAURANO, L. E.; RENNO, C. D.; AMARAL, S.; VALERIANO, D. de M. **Avaliação de dados dos Sistemas de Alerta da Amazônia: DETER e SAD.** In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril à 05 de maio de 2014, INPE p. 2934.

GERWING, J. VIDAL, J. **Degradação de florestas pela exploração madeireira e fogo na Amazônia.** Série Amazônia n° 20 – Belém: Imazon, 2002.

GFOI (Global Forest Observations Initiative). **Integrating remote-sensing and ground based observations for estimation of emissions and removals of greenhouse gases in forests: Methods and Guidance from the Global Forest Observation Initiative.** Version 1, January 2014. 163p. Disponível em: http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/documents/Mitigation_GFOI_methodology_guidance.pdf.

GRAÇA, P. M. L. de A.; MALDONADO, F. D.; SANTOS, J. R dos; SOARES, J. V. **Deteção de corte seletivo por técnica de rotação radiométrica na floresta amazônica.** In: *Ambiência – Revista do Setor de ciências agrárias e ambientais* vol. 4 – Edição Especial, 2008.

IRIGARAY, C. T. J. H. **Pagamento por Serviços Ecológicos e o emprego de REDD para contenção do desmatamento na Amazônia.** Instituto “O Direito Por Um Planeta Verde” – Biblioteca Virtual, 2008.

MOUTINHO, P. **Desmatamento na Amazônia: Desafios para reduzir as emissões de gases de efeito estufa no Brasil.** Jul, 2009. < ipam.org.br > Em 11. Jul.2015.

PINHEIRO, T. F.; ESCADA, M. I. S. **Deteção e classificação de padrões da Degradação Florestal na Amazônia por meio de banco de dados celular.** In: Anais

XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

THOMPSON, I. D.; GUARIVATA, M. R.; OKABE, K.; BARAMONDEZ, C.; NASI, R.; HEYMELL, V.; SABOGAL, C. 2013. An operational framework for defining and motoring forest degradation. **Ecology and Society** v. 18, n. 2: 2013.

Instituto do Homem e Meio Ambiente (IMAZON). Disponível em: <http://amazon.org.br/>
Acesso em: 11. Jul. 2015. 2013.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – PRODES; DETER; DEGRAD – Disponível em: <http://www.inpe.br/> Acesso em : 11. jul.2015.