

# ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA DEGRADAÇÃO FLORESTAL NA REGIÃO DE PARAGOMINAS (PA) – OS SISTEMAS DETEX, DEGRAD E FOCOS DE CALOR.

Mateus de Souza Macul<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE Caixa Postal 515 – 12227-010-São José dos Campos – SP, Brasil  
mateus.macul@inpe.br

**Resumo:** Os padrões de uso e ocupação de regiões do bioma amazônico tem intensificado os processos de desmatamento e degradação da floresta. Esforços internacionais, como as políticas de REDD, têm sido realizados para conter esses avanços e coibir os impactos na amazônia. No Brasil, os sistemas DETEX e DEGRAD, e o Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais fornecem informações que permitem a análise e compreensão da degradação florestal no bioma amazônico. Desta forma, este trabalho utiliza técnicas de geoprocessamento para explorar os dados produzidos, analisar a consistência desses dados e possíveis relações entre si na região de Paragominas (PA). Observou-se que a ocorrência de focos de calor é um processo que intensifica a degradação da floresta. Foram identificadas sobreposições dos dados produzidos pelo sistema DETEX e DEGRAD, o que requer cautela na utilização desses dados. Além disso, há indicações que no mapeamento ocorrem áreas de exploração seletiva sem plano de manejo florestal. O conhecimento do contexto de exploração nas regiões de análise é essencial para a análise da degradação por estarem intrinsecamente relacionados com a dinâmica de uso e ocupação locais. Para estudos futuros recomendam-se análises mais aprofundadas para a identificação da origem da sobreposição entre dados DETEX e DEGRAD, bem como a recorrência de áreas mapeadas pelo DETEX.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, geoprocessamento, mapeamento da degradação, exploração seletiva.

## INTRODUÇÃO

Os impactos da antropização no bioma amazônico são amplamente discutidos no meio acadêmico, principalmente devido às alterações causadas à floresta, como a perda de biomassa e biodiversidade, e também a alteração nos ciclos biogeoquímicos (PEARSON, et al 2014). Estes impactos motivaram a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas a reconhecer, na 13<sup>o</sup> Conferência das Partes, em 2007, a exploração seletiva de madeira como um importante contribuinte para as emissões globais de carbono, passando a introduzi-la no mecanismo de Redução de Emissão por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD) (SHIMABUKURO, et al

2014). No mesmo ano o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) passa a realizar o monitoramento na Floresta Amazônica brasileira de áreas em processo de degradação, onde a cobertura florestal ainda não tenha sido totalmente removida, através do sistema DEGRAD.

Para situações específicas, através de parceria entre o INPE e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) foi criado o sistema DETEX para o monitoramento da exploração madeireira em florestas públicas sob concessão florestal, que posteriormente foi expandido a toda a Floresta Amazônica brasileira, com dados produzidos a partir de 2009. O Programa Queimadas, desenvolvido também pelo INPE, monitora focos de queimada e incêndios florestais, eventos de grande importância para a emissão de carbono na atmosfera.

Os projetos supracitados utilizam o imageamento por sensores orbitais em seu monitoramento e distintas técnicas de análise aplicadas a essas imagens para a produção de dados. A partir de técnicas de geoprocessamento torna-se possível a análise conjunta dos dados produzidos pelos programas DEGRAD, DETEX e Queimadas para avaliar os programas de monitoramento, identificando consistência e relações entre os dados produzidos, que podem ser utilizados para a produção de informações a respeito das dinâmicas de uso e cobertura do solo na Floresta Amazônica que direcionem o desenvolvimento de políticas públicas para atender os objetivos propostos pelo REDD+.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é analisar a consistência dos dados de degradação florestal e extração seletiva de madeira provenientes dos sistemas DEGRAD e DETEX respectivamente, e identificar relações entre estes e a ocorrência de incêndios florestais, para o período de 2009 a 2015, na região do município de Paragominas no nordeste do Estado do Pará (PA).

## **METODOLOGIA**

A metodologia aqui empregada também foi utilizada por Oliveira e Rodrigues (2017, no prelo) na análise da degradação florestal na região de Novo Progresso, sudoeste do Pará, e região de Sinop, norte do Mato Grosso.

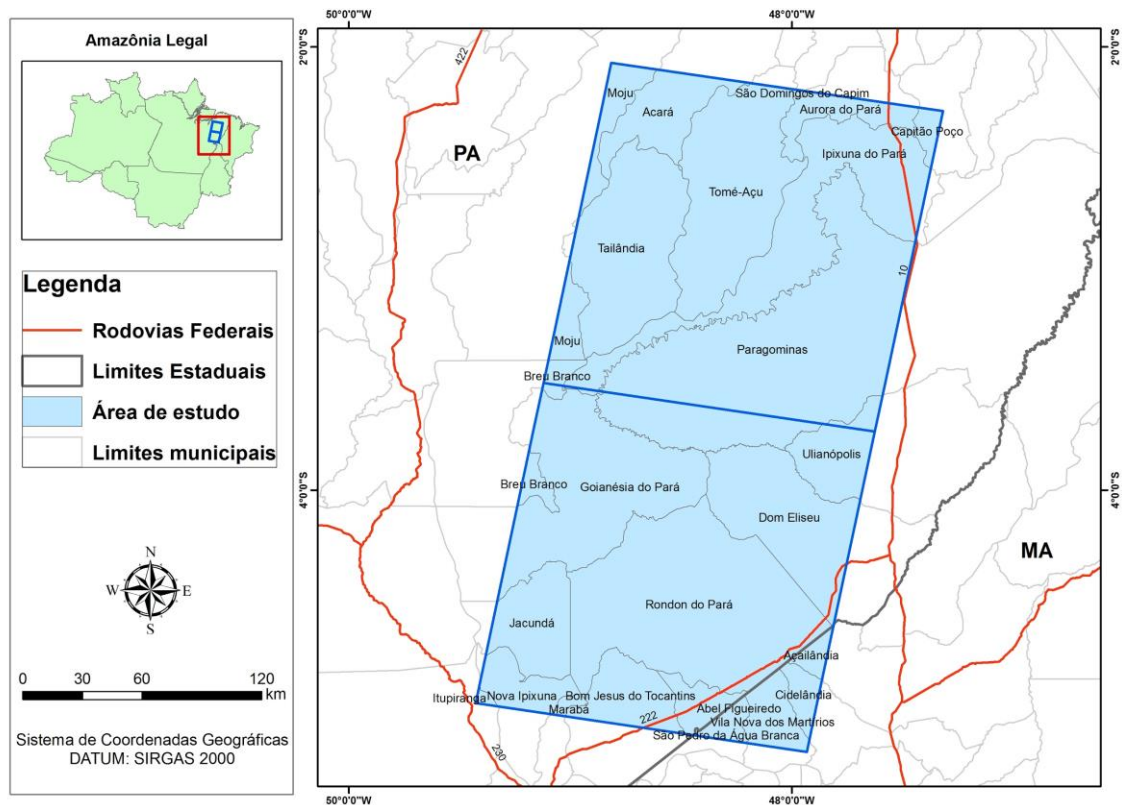
### **1. Dados DETEX e DEGRAD**

O trabalho utilizou os dados DETEX e DEGRAD produzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para estudar a degradação florestal. Os dados são produzidos anualmente a partir de processamento de imagens de sensores a bordo dos satélites LANDSAT e CEBERS cuja resolução espacial é de 30 metros e são apresentados como polígonos que representam as áreas com distúrbios florestais em que a cobertura florestal ainda não foi totalmente removida. O mapeamento é visual e é feito com imagens orbitais do mês de agosto de cada ano com a mesma base de imagens utilizada pelo programa PRODES (INPE) que identifica áreas desmatadas. Porém é realizado um preparo dessas imagens aplicando realces de contraste para destacar evidências da degradação, tais como porções de solos exposto, estradas e pátios de extração de madeira. Muitas vezes, o que no mapeamento está com o dossel 50% desbastado (INPE, 2017).

Os dados DETEX representam as áreas com atividades de exploração seletiva de madeira em áreas de manejo florestal, e os dados DEGRAD representam área com floresta degradada. A área mínima mapeada de ambos os sistemas de monitoramento da Amazônia é de 6,25 hectares (INPE, 2017). No presente trabalho, utilizou-se dados DETEX e DEGRAD para o período de 2009 até 2015.

## **2. Unidade Espacial da Análise**

O trabalho será realizado na região de Paragominas, Pará (PA), que se encontra dentro dos limites da Amazônia Legal, e para fins de delimitação, a área de estudo é o retângulo envolvente das cenas cujo orbita-ponto são 223/62 e 223/63 referente às imagens do satélite LANDSAT (Figura 1). Optou-se por essa delimitação da área de estudo, pois os dados DEGRAD e DETEX utilizados no trabalho utilizam imagens LANDSAT como bases de seus levantamentos.



**Figura 1:** Mapa de localização da área de estudo.

Um levantamento realizado pelo INPE revela que o estado do Pará é o que mais apresenta áreas em degradação na amazônia legal no período de 2007 a 2013, ficando abaixo apenas do estado de Mato Grosso. Em média, 7% dessas áreas foram convertidas para corte raso no mesmo período (INPE, 2017).

### 3. Análise de consistência e ocorrência dos dados

Os dados foram avaliados quanto a sua consistência a partir de premissas de sua natureza e elaboração. Os dados de degradação florestal (DEGRAD) não podem sobrepor os dados DETEX para os mesmos anos. Espera-se que a extração seletiva não seja configurada como degradação florestal no mesmo ano. Para avaliar essa inconsistência, utilizou-se uma interseção entre os dados DEGRAD e os dados DETEX no mesmo ano e, assim, obteve-se o resultado de interseção entres os diferentes tipos de dados ano a ano (2009 a 2015).

Os dados das áreas de exploração seletiva de madeira (DETEX) não podem apresentar recorrências em diferentes anos dentro do período de estudo (2007 – 2014), uma vez que a exploração em uma mesma área somente poderá voltar a ocorrer 30 anos após a exploração anterior. Para realizar essa análise, foi feito uma união entres os

planos de informação de cada ano dos dados DETEX. O resultado dessa união configurou a ocorrência de polígonos dentro do período de 2009 a 2015. Assim, esse resultado foi utilizado tanto para testar a consistência do dado DETEX como estudar a ocorrência das áreas designadas como extração seletiva de madeira.

A mesma análise de ocorrência realizada para os dados DETEX foi utilizada para os dados DEGRAD. Utilizou-se uma operação de união entre os dados DEGRAD dos diferentes anos e assim obter a ocorrência de polígonos no período de 2009 a 2015. Dessa forma, a análise de ocorrência tanto para o DEGRAD quanto para o DETEX revelou quantos anos os polígonos mapeados ocorrem, podendo ser apenas 1 ano, ou seja, foi mapeado apenas uma vez dentro daquela categoria, até recorrer os 7 anos de análise.

Outra possibilidade de ocorrência é os dados passarem de uma categoria para outra. Por exemplo, dados DETEX se converterem em DEGRAD ao longo do período. Para avaliar tais situações, o estudo verificou a sobreposição de polígonos para os dados DETEX unidos (2009 a 2013) e DEGRAD unidos (2009 a 2015). Para tanto, realizou uma intersecção entre os planos unidos DETEX e os planos unidos DEGRAD. Dessa forma, pode-se verificar quantos anos levou para os polígonos mapeados em uma categoria mudarem para outra.

#### **4. Focos de Calor**

Os dados de calor foram provenientes do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e obtidos para todo o período com um ano de antecedência. Os dados são provenientes pelo sensor MODIS do satélite AQUA e TERRA, com resolução temporal diária.

O programa utiliza todos os satélites que possuem sensores óticos operando na faixa termal-média de 4um e que o INPE consegue receber. Atualmente são processadas operacionalmente, na Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - DSA as imagens AVHRR/3 dos satélites polares NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19 e METOP-B, as MODIS dos NASA TERRA e AQUA, as VIIRS do NPP-Suomi, e as imagens dos satélites geoestacionários, GOES-13 e MSG-3. Cada satélite de órbita polar produz pelo menos dois conjuntos de imagens por dia, e os geoestacionários geram várias imagens por hora, sendo que no total o INPE processa mais de 200 imagens por dia

especificamente para detectar focos de queima da vegetação.

Foram utilizados os dados dos satélites de referência, cujos dados diários de focos detectados são usados para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões e entre regiões em períodos de interesse. De 01/junho/1998 a 03/julho/2002 foi utilizado o NOAA-12 (sensor AVHRR, passagem no final da tarde), e a partir de então o AQUA\_M-T (sensor MODIS, passagem no início da tarde); adicionalmente, para inúmeros estados a série existe desde 1992.

Em relação ao tamanho de queimada os satélites detectam, para os satélites de órbita polar (NOAAs a 800 km de distância, e TERRA e AQUA a 730 km), trabalhos de validação de campo indicam que uma frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura, ou maior, será detectada. Para os geoestacionários, a 25 mil km de distância, a frente precisa ter o dobro de tamanho para ser localizada.

Entretanto, como o elemento de resolução espacial (píxel) do satélite tem 1 km x 1 km ou mais, uma queimada de algumas dezenas de metros quadrados será identificada como tendo pelo menos 1 km<sup>2</sup>. Nas imagens dos satélites geoestacionários, onde o píxel tem 4km x 4km, esta pequena queimada passará a ser indicada por uma área de 16km<sup>2</sup> ou mais. Assim, um foco de queima, que aqui é a mesma coisa que um píxel de queima, pode indicar tanto uma pequena queimada assim como várias pequenas queimadas ou uma muito grande no seu interior. Trabalhos de validação indicam que o erro na média é de aproximadamente 400 m, com desvio padrão de cerca de 3 km; cerca de 80% dos focos estão em um raio de 1 km das coordenadas indicadas.

### **1. Análise espacial dos focos de calor**

Para estudar o padrão de comportamento dos focos de calor na área optou-se por especializar os dados pontuais. Para tanto, foi utilizado o estimador *Kernel* de intensidade para traduzir os pontos de foco de calor a uma superfície em que os valores de cada pixel são proporcionais à intensidade de amostras pontuais por área de influência. O estimador *Kernel* realiza uma contagem de pontos dentro de um raio  $r$  de influência e pondera pela distância em que se encontra o centro do pixel conforme mostra a função  $\lambda$  de intensidade abaixo (Câmara, G., Carvalho, M.S., 2004).

$$\lambda_r(u) = \sum_{h_i \leq r} \frac{3}{\pi \cdot r} \left(1 - \frac{h_i^2}{r^2}\right)^2$$

Essa é uma função de quarta ordem em que  $u$  é a localização do pixel em que se quer estimar o valor de intensidade e onde está o centro do raio de influência  $r$ . A variável  $h$  é a distância entre o centro do pixel e a localização do foco de calor. O raio de influência é o critério que define quais focos de calor influenciam cada pixel. Se for utilizado um raio muito pequeno, o resultado será uma superfície muito descontínua; o contrário, se for grande demais, a superfície fica muito suavizada (Câmara, G., Carvalho, M.S.).

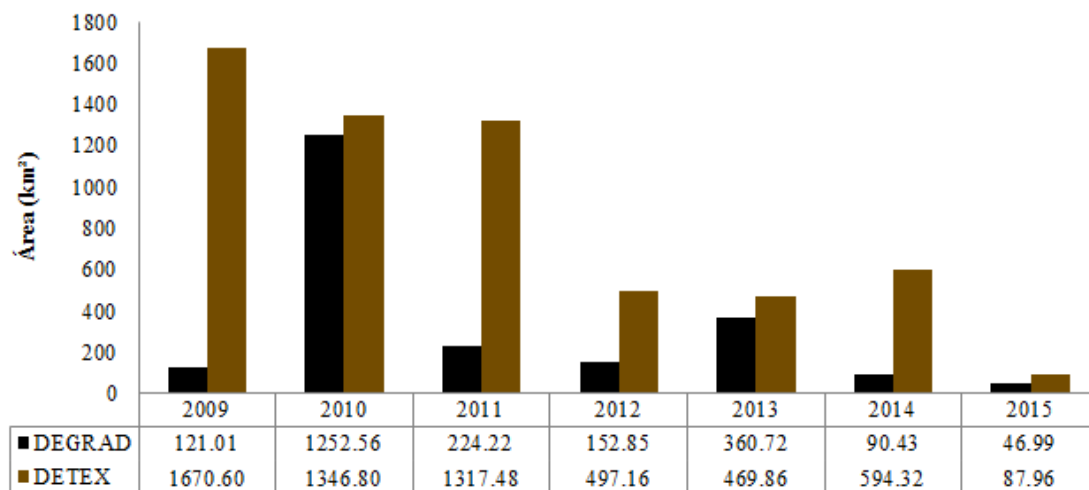
Este estimador de intensidade oferece uma indicação da concentração de focos de calor dentro da área de estudo e o resultado é de interpretação direta, pois é proporcional a ideia de densidade dos focos (Câmara, G., Carvalho, M.S.). Devido a essas vantagens, o trabalho utilizou essa técnica e o resultado foi dado em uma superfície com 30 metros de resolução espacial, a mesma resolução das imagens utilizadas para produzir os dados DEGRAD e DETEX; e o raio de influência empregado foi de 5000 metros, uma vez que o resultado evidenciou bem os *clusters* de focos de calor e os distinguiu satisfatoriamente de regiões com pouca ou nenhuma de ocorrência de fogo.

Dado o resultado da superfície de intensidade de focos de calor, os dados agregados de DETEX para todo o período e os dados DEGRAD de todo o período foi utilizado para extrair a média zonal de intensidade de fogo. Assim, pode-se analisar como o mapeamento de cada categoria de dado é influenciado pela ocorrência de fogo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dinâmica dos dados dos sistemas de monitoramento da Amazônia DETEX e DEGRAD obtidos para a área no período de estudo (2009 - 2015) estão apresentados no gráfico a seguir (Figura 2). A área de estudo apresentou maior área mapeada com extração seletiva de madeira (DETEX) do que degradação (DEGRAD) ao longo de todo o período. Nota-se também que os dados dos diferentes mapeamentos são bem discrepantes entre si, com exceção do ano de 2010, 2013 e 2015 em que se aproximam mais em quantidade de área. Essa discrepância aparece de maneira acentuada

principalmente nos anos de 2009 e 2011. Esse padrão evidencia uma característica dos distúrbios que ocorrem na floresta na região em que se predomina a extração de madeira como principal fator (ASNER et al., 2006).



**Figura 2:** Áreas mapeadas como DETEX ou DEGRAD para cada ano na área de estudo.

O que foi encontrado na área de estudo corrobora com o que foi apresentado em estudos anteriores sobre a região. As características da região de Paragominas apresenta fatores que indicam uma dinâmica antiga e consolidada de ocupação e desmatamento da Amazônia, desde a década de 70, o que fez com que os estoques de madeira fossem reduzidos e a adoção de planos de manejo ao longo do tempo aumentasse (ASNER et al., 2006).

Outro ponto importante é a dinâmica dos dados DEGRAD ao longo dos anos. No gráfico acima (Figura 2), há um salto considerável do ano de 2009 para o ano de 2010, porém no ano seguinte, o valor cai novamente, evidenciando a variação nesse tipo de atividade na área, que por se tratar de uma região de fronteira agrícola e agropecuária na Amazônia, apresenta dinâmica acelerada e não há diminuição de áreas afetadas por DETEX ou DEGRAD, havendo apenas períodos de maior intensidade ou menor intensidade, apresentando valores máximos de degradação em 2010 (1252.56 km<sup>2</sup>), enquanto o mínimo ocorre em 2015 (46.99 km<sup>2</sup>), após um sequência de diminuições nos valores, o que possivelmente tem relações com pressões e esforços pela preservação da floresta na região, que tem de um histórico longo de ocupação e desmatamento, em que municípios destacarem negativamente pelo intenso processo de supressão da floresta (OLIVEIRA, et al. 2012).



## **Análise de consistência e ocorrência**

A análise de consistência da sobreposição entre os dados DETEX e DEGRAD para cada ano apresentou algumas falhas no mapeamento e os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Resultados da interção dos dados DEGRAD e DETEXA para cada ano.

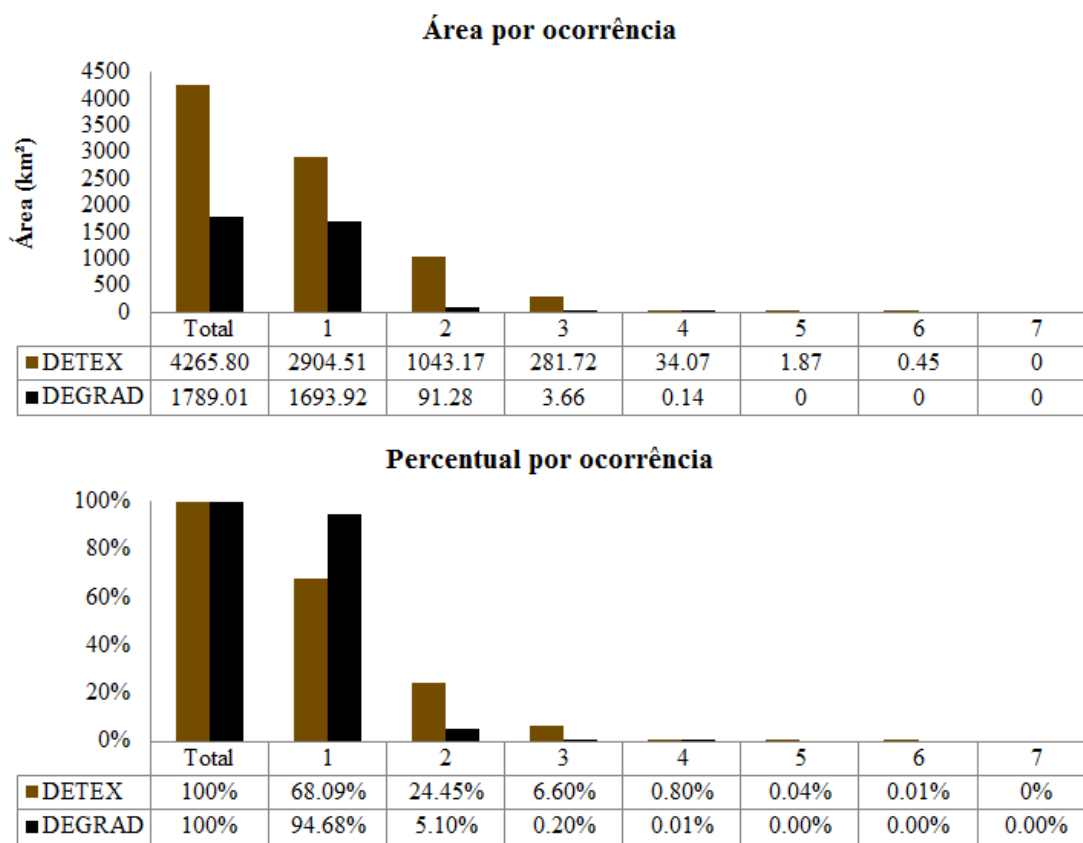
Ano	Área absoluta (km <sup>2</sup> )	Área relativa ao DETEX (%)	Área relativa ao DEGRAD (%)
2009	27.41	1.64	22.65
2010	0.62	0.05	0.05
2011	0	0	0
2012	0	0	0
2013	0	0	0
2014	0	0	0
2015	0	0	0

Nos anos de 2011 até 2015 não ocorreu inconsistências nos mapeamentos. No entanto, para os anos de 2009 e 2010, possíveis erros levaram algumas áreas a aparecerem tanto como DETEX quanto como DEGRAD. A inconsistência é mais expressiva para o ano de 2009 enquanto que para o ano de 2010 a quantidade de área que aparece em ambas as categorias (0.62 km<sup>2</sup>) representa uma porção muito pequena do que foi mapeado (0.05% para DETEX e para DEGRAD) o que pode ser decorrente de sobreposição de bordas de polígonos adjacentes. Porém, a falha de 2009 é um pouco mais substancial, principalmente se observada sua proporção para o mapeamento DEGRAD. Este ano é o início do programa DETEX e pode mostrar que as técnicas de mapeamento visual ainda estavam em fase de aprimoramento. Por indicações técnicas, o trabalho utilizou como base o sistema DEGRAD e eliminou os polígonos que estavam sobrepostos dos dados DETEX para continuar as análises.

## **Recorrência de áreas mapeadas e relação com focos de calor**

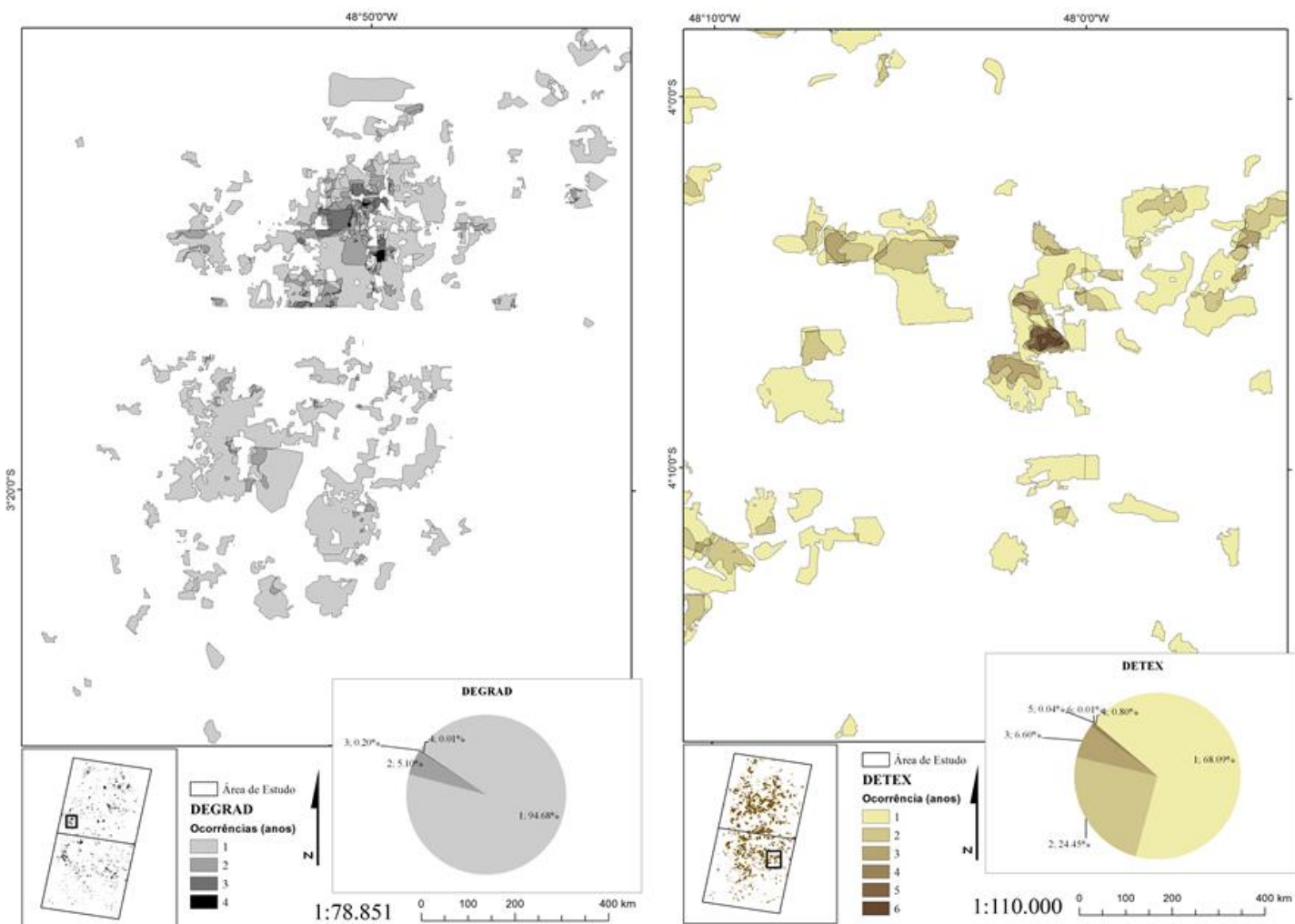
A análise de recorrência de DETEX e DEGRAD no tempo pode ser visualizada na Figura 3 e em detalhe na área de estudo na Figura 4. Os dados de degradação florestal ocorre na área no máximo em 4 anos, enquanto que a extração madeireira aparece até 6 anos. As áreas mapeadas para todo o período é maior para o DETEX, pois

ele aparece mais do que o DEGRAD em cada ano.



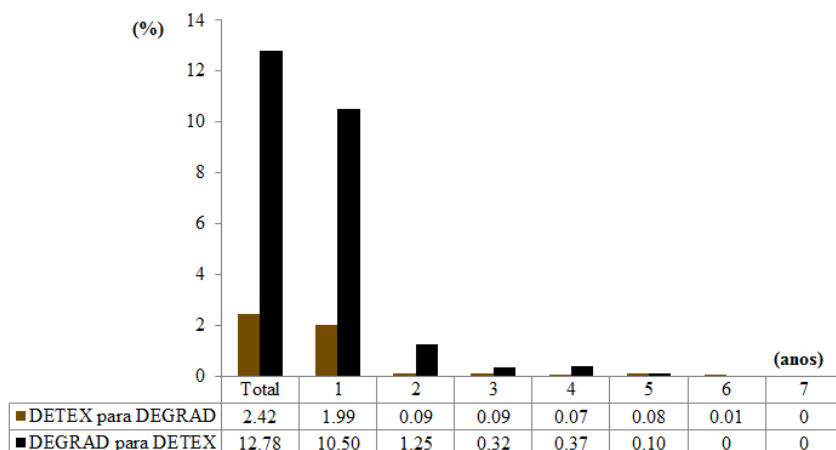
**Figura 3:** Gráfico de ocorrência em área absoluta (cima) e gráfico de ocorrência em percentual (baixo) para os dados DETEX e DEGRAD.

Os dados do DETEX apresentam áreas que foram mapeadas mais de uma vez dentro do horizonte de tempo analisado (Figura 3). Seguindo o pressuposto de que o sistema DETEX realiza o mapeamento de exploração seletiva sob plano de manejo, a revisita para exploração na mesma área (ou Unidade de Produção Anual) deveria ocorrer apenas 30 anos após o primeiro evento de exploração, portanto a recorrência de áreas mapeadas pelo DETEX pode indicar inconsistência no sistema por estar mapeando áreas em que a exploração não é feita sob plano de manejo, ou que apesar de haver plano de manejo o padrão de exploração nestas áreas está ocorrendo fora do que é estabelecido por lei, ou ainda a recorrência pode estar associada às cicatrizes produzidas pela extração, que podem regenerar entre 1 a 3 anos após a condução das atividades de exploração (MATRICARDI et al., 2005).



**Figura 4:** Detalhe da ocorrência de áreas DETEX e DEGRAD na área de estudo.

O gráfico abaixo apresenta os valores percentuais de áreas mapeadas por cada categoria que se convertem na outra categoria (DETEX para DEGRAD ou DEGRAD para DETEX) ao longo do período de estudo (Figura 5). Nesse gráfico, é evidenciado quanto tempo em anos leva para uma área para se converter em outra e no presente trabalho esse intervalo foi de no máximo 6 anos. Neste sentido, o que mais ocorre no total é a conversão de áreas DEGRAD em áreas DETEX com cerca de 13% de toda a área mapeada como degradação ao longo de 2009 a 2015 passar para a categoria de extração florestal. Sobre o tempo que leva uma área ser convertida em outra em ambas as possibilidades o que predomina é de 1 ano (2% de DETEX para DEGRAD e 10.5% de DEGRAD para DETEX).



**Figura 5:** Tempo de Conversão de áreas de uma categoria á para outra

A ocorrência da conversão de áreas de extração seletiva de madeira em área degradada pode indicar inconsistência nos dados produzidos pelo DETEX, uma vez que o mapeamento realizado por este sistema é baseado na identificação de padrões no dossel florestal que indiquem exploração sob plano de manejo, como pátios de estocagem e trilhas de arraste regularmente espaçados. Uma vez que a floresta esteja sendo explorada sob plano de manejo, espera-se que dentro do horizonte de tempo analisado (2009 a 2015) as áreas de exploração seletiva não sejam ou não se convertam em áreas degradadas. Contudo, a ocorrência de exploração de madeira de maneira ilegal pode ser mapeada pelo sistema DETEX se esta exploração ocorrer seguindo os mesmo padrões espaciais que ocorrem em exploração sob plano de manejo, pois não há como fazer diferenciação entre sistemas sustentáveis e predatórios utilizando técnicas de classificação baseadas em padrões na imagem.

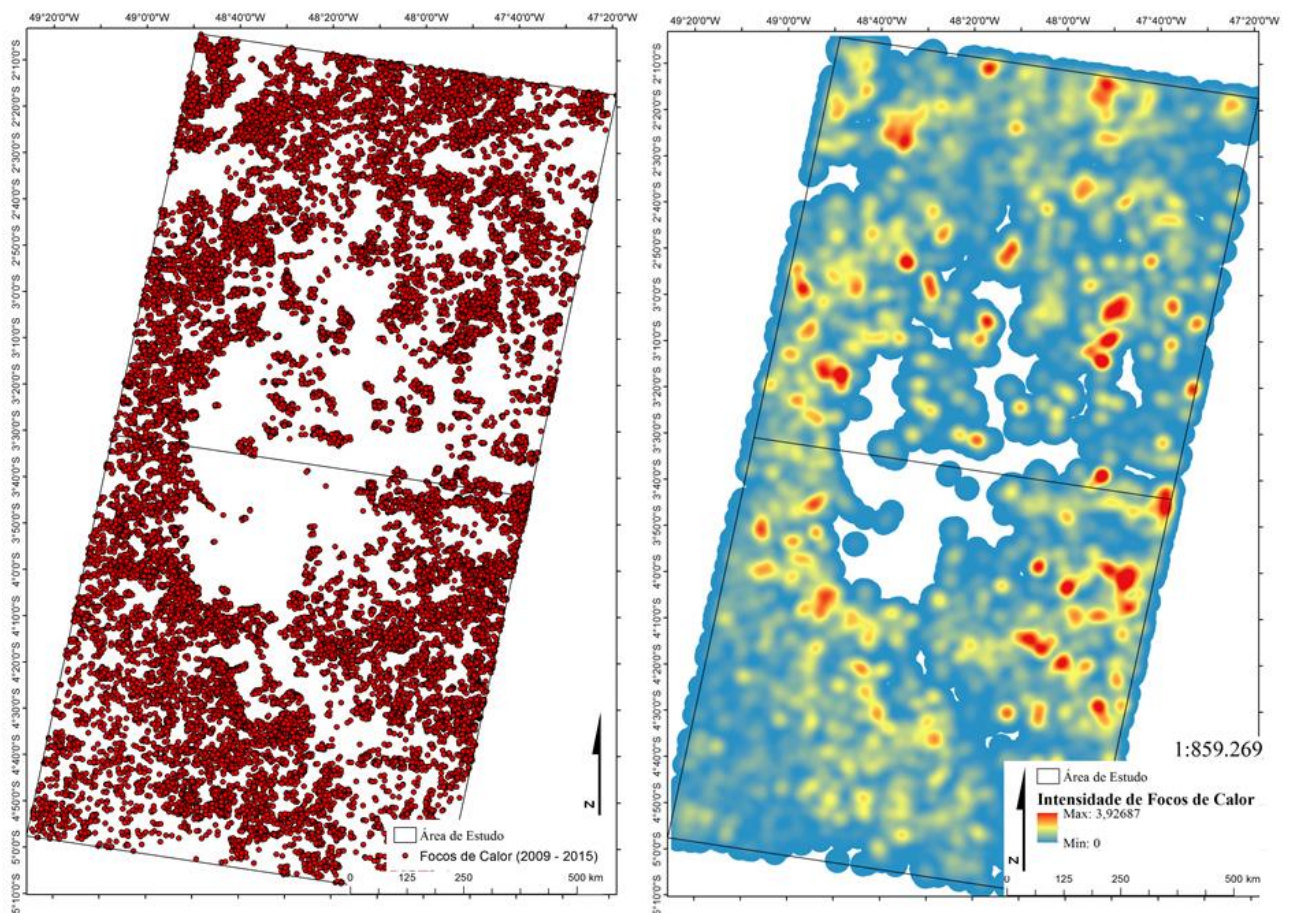
O segundo caso mais expressivo de conversão de áreas de extração seletiva em degradação para a área de estudo foi após 2 anos, em que cerca de 1,3% de área de extração seletiva se transformaram em degradação. Estudos realizados por Asner et al. (2006), observaram que 36% das florestas degradadas no estado do Pará foram convertidas em corte raso em um prazo de 4 anos o que corrobora com os dados encontrados no estudo. No período de 5 anos, 0,08% da área de exploração seletiva se converteram em degradação.

A situação geral da área de estudo a cerca da conversão entre categorias das áreas mapeadas pode ter relações com o histórico da região. O intenso processo de

ocupação e o histórico consolidado de desmatamento na região provocou uma reação de esforços para desacelerar esse processo. As consequências na diminuição drásticas de áreas de florestas e incentivos políticos e econômicos favoreceu ao aumento de áreas de atividade madeireira sob plano de manejo e extração seletiva (OLIVEIRA, et al. 2012).

### 1. Análise espacial dos focos de Calor

Os resultados dos pontos de focos de calor agregados para a área de estudo para todo o período de 1 de setembro de 2008 a 31 de agosto de 2015 e sua transformação em uma superfície de intensidade de focos de calor está apresentado na Figura 6 a seguir.

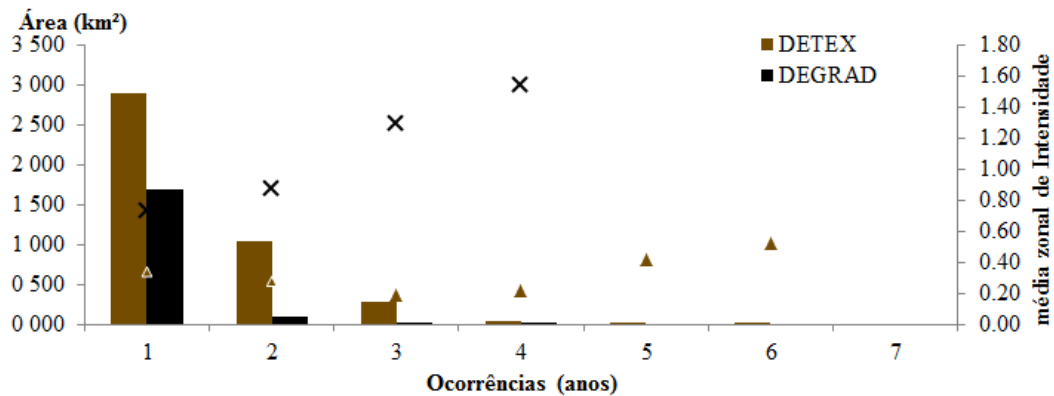
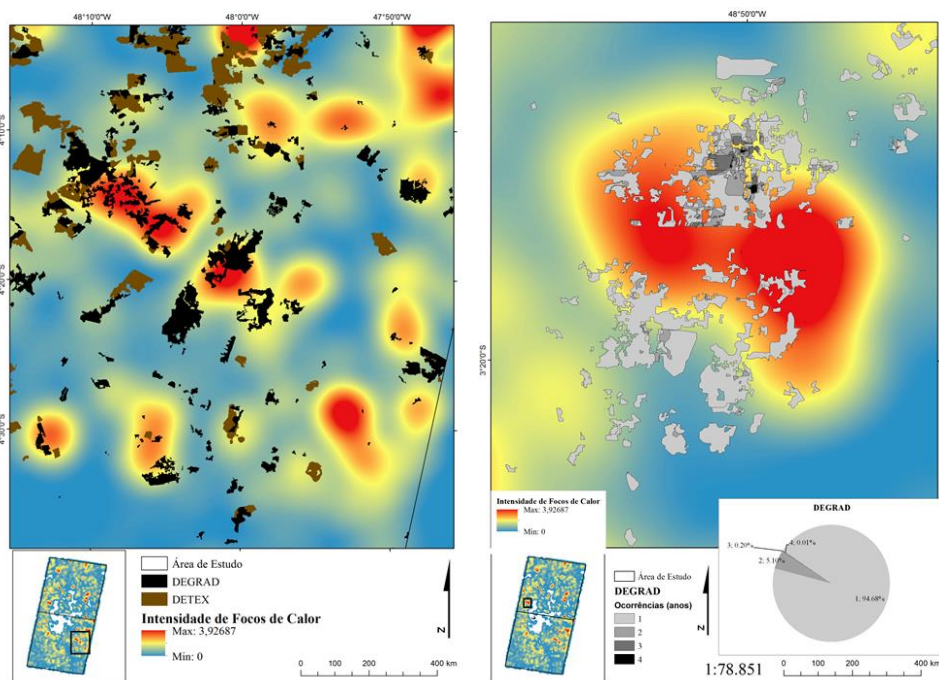


**Figura 6:** Pontos de Focos de Calor distribuídos na área de estudo (esquerda) e superfície de intensidade de ocorrência de focos de calor (Direita).

Os valores de média zonal da intensidade de focos de calor para as áreas de DEGRAD tendem a se elevarem com aumento das recorrências de degradação, o que pode sugerir o uso do fogo nessas áreas, ou seja, quanto maior os valores de média de intensidade de focos de calor, mais recorrência de degradação existe na área, apontando



que os dados de focos de calor podem ser utilizados para auxiliar na detecção de áreas de degradação florestal (Figura 7).



**Figura 7:** Intensidade de focos de calor nos dados DETEX e DEGRAD na área de estudo. Em cima, detalhe dos polígonos DETEX e DEGRAD (esquerda) e dos polígono de ocorrência dos dados DEGRAD (direita) sob a superfície de intensidade de focos de calor. Em baixo, gráfico da ocorrência dos dados DEGRAD e DETEX e a média zonal de intensidade de focos de calor para cada valor de ocorrência.

As áreas de DEGRAD apresentam em média proporcional a sua área, maiores valores de intensidade de focos de calor do que as áreas de extração seletiva (DETEX). Isso era esperado para os dados DETEX, uma vez que o uso de fogo em áreas de extração florestal com manejo não é permitido. Esse resultado corrobora com outros estudos em que se observa que em florestas tropicais, áreas que sofreram mais distúrbios estão mais sujeitas ao incêndio florestal (MATRICARDI et al., 2010).

## CONCLUSÕES

A combinação de dados DEGRAD, DETEX e focos de calor pode ser usada para fornecerem informações a respeito da ocorrência e dinâmica de degradação e exploração dos recursos florestais na região amazônica.

No entanto, foram identificadas inconsistências nos dados produzidos pelo sistema DETEX que indicam possível detecção de exploração seletiva sem plano de manejo florestal. Recomenda-se análises mais aprofundadas para identificar a origem destas inconsistências e cautela no seu emprego em estudos posteriores.

A ocorrência de focos de calor é um dos fatores que intensificam o processo de degradação da floresta, evidenciados aqui pelos dados do sistema DEGRAD, enquanto a ausência de relação entre os dados de focos de calor e as áreas mapeadas pelo sistema DETEX evidenciam que este sistema está de fato mapeando áreas onde a exploração madeireira é o principal fator de alteração na floresta.

Através dos resultados obtidos para as duas regiões de análise, o conhecimento do contexto de exploração dos recursos naturais na região mostrou-se essencial para a análise da degradação, pois estão intrinsecamente relacionados com a dinâmica de uso e ocupação.

## REFERÊNCIAS

ASNER, G. P. et al. Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 103, n. 34, p. 12947–12950, 22 ago. 2006.

Câmara, G., Carvalho, M.S., ANÁLISE ESPACIAL DE EVENTOS. In: Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds). *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: Embrapa. 2004. Disponível em: <[www.dpi.inpe.br](http://www.dpi.inpe.br)> Acesso em maio 2017.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). DEGRAD: Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/degrad/>> Acesso em: 3/abril/2017.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 06/06/2017.

MATRICARDI, E. A. T. et al. Monitoring Selective Logging in Tropical Evergreen Forests Using Landsat: Multitemporal Regional Analyses in Mato Grosso, Brazil.

**Earth Interactions**, v. 9, n. 24, p. 1–24, 2005.

MATRICARDI, E. A. T. et al. Assessment of tropical forest degradation by selective logging and fire using Landsat imagery. **Remote sensing of environment**, v. 114, n. 5, p. 1117–1129, 2010.

OLIVEIRA R. S., GOMES S. C., CABRAL, E. R. “Da condição de município ‘Marrom’ a município ‘Verde’: o caso de Paragominas, PA”. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, n. 4 (2), p. 122–139, 2012.

OLIVEIRA, A. H. M., RODRIGUES, D. A. *Análise exploratória da degradação florestal na região de novo progresso (pa) e sinop (mt) – os sistemas degrad, detex e focos de calor. 17p. No prelo.*

PEARSON, T.R.H.; BROWN, S.; CASARIM, F.M. Carbon emissions from tropical forest degradation caused by logging. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 3, p. 034017, 2014.

SHIMABUKURO, Y.E.; BEUCHLE, R.; GRECCHI, R.C.; ACHARD, F. Assessment of forest degradation in Brazilian Amazon due to selective logging and fires using time series of fraction images derived from Landsat ETM+ images. **Remote sensing letters**, v. 5, n. 9, p. 773-782, 2014.