



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21c/2018/08.24.13.26-PRP

**COLETA DE DADOS PARA ESTUDOS DE  
DEGRADAÇÃO FLORESTAL CAUSADA POR  
QUEIMADAS E CORTE SELETIVO NO ESTADO DO  
MATO GROSSO: ABORDAGENS REALIZADAS NO  
TRABALHO DE CAMPO.**

Egidio Arai  
Kaio Allan Cruz Gasparini  
Anderson Jorge  
Eroni Ghizoni dos Santos  
Valdete Duarte  
Yosio Edemir Shimabukuro

URL do documento original:  
<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3RMK8B5>>

INPE  
São José dos Campos  
2018

## **PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GBDIR)

Serviço de Informação e Documentação (SESID)

CEP 12.227-010

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/7348

E-mail: pubtc@inpe.br

## **COMISSÃO DO CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE (DE/DIR-544):**

### **Presidente:**

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CGCPT)

### **Membros:**

Dra. Carina Barros Mello - Coordenação de Laboratórios Associados (COCTE)

Dr. Alisson Dal Lago - Coordenação-Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CGCEA)

Dr. Evandro Albiach Branco - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (COCST)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial (CGETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação-Geral de Observação da Terra (CGOBT)

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação - (CPG)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

### **BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

### **REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

### **EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Marcelo de Castro Pazos - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

Murilo Luiz Silva Gino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21c/2018/08.24.13.26-PRP

**COLETA DE DADOS PARA ESTUDOS DE  
DEGRADAÇÃO FLORESTAL CAUSADA POR  
QUEIMADAS E CORTE SELETIVO NO ESTADO DO  
MATO GROSSO: ABORDAGENS REALIZADAS NO  
TRABALHO DE CAMPO.**

Egidio Arai  
Kaio Allan Cruz Gasparini  
Anderson Jorge  
Eroni Ghizoni dos Santos  
Valdete Duarte  
Yosio Edemir Shimabukuro

URL do documento original:  
<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3RMK8B5>>

INPE  
São José dos Campos  
2018



Esta obra foi licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à FAPESP pelo financiamento da pesquisa no qual este trabalho de insere intitulado “Mapeamento e monitoramento da degradação florestal utilizando dados de sensores remotos com resolução espacial média e moderada” (Processo Nº. 2016/19806-3). Agradecemos à chefia do Escritório regional do IBAMA de Alta Floresta/MT na pessoa de Sílvio José Pereira Júnior por disponibilizar o servidor Emerson Luiz Servello para nos auxiliar na contratação da equipe de identificação botânica e por ceder informações sobre as áreas de manejo autorizadas no estado do MT. Agradecemos ainda à chefia do Escritório regional do IBAMA de Sinop/MT na pessoa de Felipe Seino dos Santos, pelo empenho em apoiar e ceder informações sobre proprietários dos locais onde foram realizados os inventários florestais e visita as áreas de degradação florestal.

## RESUMO

Neste relatório descrevemos as metodologias e atividades utilizadas em trabalho de campo para o desenvolvimento do projeto FAPESP (Proc. 2016/19806-3): “Mapeamento e monitoramento da degradação florestal utilizando dados de sensores remotos com resolução espacial média e moderada”. Os relatos descrevem o uso de imagens do sensor OLI/Landsat e das frações solo e sombra obtidas da aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral para escolha das áreas de degradação florestal por corte seletivo e por queimadas, respectivamente, a serem visitadas no campo. Foram inventariadas 17 parcelas de 250 m<sup>2</sup> cada. As parcelas inventariadas foram programadas previamente utilizando as informações de áreas sobrevoadas por avião com sensor LiDAR a bordo. As coletas de informações das florestas amazônicas visitadas ocorreram nos municípios de Sinop, Feliz Natal, Claudia, União do Sul e Marcelândia. As atividades realizadas contemplaram o deslocamento até as áreas definidas, o registro da geolocalização, as medidas dos tamanhos dos pátios, e os registros fotográficos do local. Quanto ao inventário florestal, foram realizadas geolocalização de precisão com DGPS. A partir dos resultados pôde se confirmar que áreas mapeadas como queimadas ocorreram mais de uma vez, e foram registrados pátios em área de corte seletivo maiores do que os recomendados por lei. Em relação ao inventário florestal, foram amostrados 4,25 ha contendo 2.404 indivíduos, 140 espécies identificadas e distribuídas em 45 famílias botânicas.

Palavras-chave: Degradação florestal. Queimada. Sensoriamento remoto. LiDAR.

## **ABSTRACT**

In this report we describe the methods and activities used in the field work for the development of FAPESP (2016/19806-3 processing): "Mapping and monitoring forest degradation using remote sensing data with medium and moderate spatial resolution". The reports describe the use of Landsat OLI sensor images and the soil and shade fraction images obtained from application of the Linear Spectral Mixture Model to choose the forest degradation areas caused by selective logging and burning, respectively, to be visited in the field. 17 plots of 250 m<sup>2</sup> each were inventoried. The inventoried plots were programmed previously using the information of the areas overflowed by aircraft with the LiDAR sensor onboard. The information collection of the Amazon forests occurred in the cities of Sinop, Feliz Natal, Claudia, União do Sul and Marcelandia. The activities performed consisted on the travel to the defined areas, Geolocation record, measurements of stocking areas sizes, and the photographic records of the field site. For the forest inventory, the geolocation precision was performed using DGPS. From the results it was able to confirm that the mapped burned areas have occurred more than once, and was recorded stocking areas in selective logging activities bigger than as recommended by law. In relation to forest inventory, it was sampled 4.25 ha containing 2,404 individuals, 140 tree species identified and distributed in 45 botanical families.

Keywords: Forest Degradation. Burned. Remote sensing. LiDAR.

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
<b>Figura 3.1</b> – Localização geográfica da área de estudo do projeto incluindo os municípios escolhidos para o trabalho de campo.....	7
<b>Figura 4.1</b> - Pátios observados na imagem em composição colorida RGB 654 do sensor OLI.....	10
<b>Figura 4.2</b> - Pátios realçados na imagem fração solo derivadas do sensor OLI. 11	
<b>Figura 4.3</b> – Área queimada em destaque observada em imagem Landsat 8/OLI em composição colorida RGB 654. Fração sombra realçando área queimada.....	12
<b>Figura 4.4</b> – Áreas de afloramento rochoso no município de Marcelândia. ....	13
<b>Figura 4.5</b> – Localização das parcelas inventariadas na campanha de campo: 1) transectos em vermelho são do projeto EBA, 2) transecto em rosa é do projeto Paisagens Sustentáveis, e 3) pontos em amarelo representam as parcelas inventariadas.....	14
<b>Figura 4.6</b> – Interface do plugin GarmimCustomMap no QGIS 2.18, navegação com GPS Garmin GPSMAP 62 SC até o ponto escolhido para visita. ....	16
<b>Figura 5.1</b> - Localização dos pátios mostrando um pátio visitado e outro que o acesso não foi possível. ....	17
<b>Figura 5.2</b> - Pátio medido no município de Feliz Natal. ....	18
<b>Figura 5.3</b> - Entrada da estrada que conduz a um pátio de estocagem bloqueada por uma árvore caída.....	19
<b>Figura 5.4</b> - Pátios novos visitados no município de Feliz Natal.....	20
<b>Figura 5.5</b> - Oito pátios novos visitados no município de Feliz Natal.....	21
<b>Figura 5.6</b> - Área de floresta queimada no município de Feliz Natal. ....	23
<b>Figura 5.7</b> - Série temporal do ponto de queimada visitado no município de Feliz Natal. ....	24
<b>Figura 5.8</b> - Área de floresta queimada muito degradada.....	24
<b>Figura 5.9</b> - Série temporal de EVI-2 e temperatura da superfície. ....	25



<b>Figura 5.10</b> – Imagem do Landsat 8/OLI do dia 9/06/2016 destacando em amarelo a área de afloramento rochoso visitada. Imagem fração solo também com destaque em amarelo para a região visitada. ....	26
<b>Figura 5.11</b> – Foto em campo de uma área visitada em Marcelândia, com efeitos de aumento de zoom demonstrar vegetação rala e solo por sobre as rochas.....	26
<b>Figura 5.12</b> - Esquema da alocação da parcela de campo.....	27
<b>Figura 5.13</b> - Aquisição de ponto no vértice da parcela com sistema DGPS e o detalhe, em caixa vermelha, o aparelho posicionado o mais alto possível para facilitar a aquisição da informação do ponto. ....	28
<b>Figura 5.14</b> – Representação da nuvem de pontos e imagens LiDAR de uma parcela do Projeto Paisagem Sustentável: A – Representa o Modelo Digital do Terreno – MDT e Modelo Digital de Superfície – MDS, as imagens possuem resolução espacial de 0,5 m; B – Visualização 3D da nuvem de pontos, MDT e MDS; e C – Visualização transversal dos produtos mostrados no painel B. ....	29
<b>Figura 5.15</b> - Mensuração de atributos físicos das árvores (CAP, Htot, Hcom, raios de copa) e marcação de pontos com GPS de navegação.....	31
<b>Figura 5.16</b> - Representação gráfica da disposição das árvores vivas mensuradas na parcela 2. ....	32
<b>Figura 5.17</b> – Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro. ....	33

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
<b>Tabela 5.1</b> - Áreas aproximadas dos pátios em m <sup>2</sup> visitados nos dias de expedição em seus respectivos municípios. ....	23
<b>Tabela 5.2</b> – Identificação das parcelas inventariadas com os respectivos voos LiDAR vinculados aos respectivos projetos.....	30
<b>Tabela A.1</b> – Planilha modelo para organização de dados coletados em campo.	42

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO .....	5
3 ÁREA DE ESTUDO .....	7
4 METODOLOGIA .....	9
4.1 Escolha dos locais de corte seletivo .....	9
4.2 Escolha dos locais de queimada .....	11
4.3 Escolha das áreas de afloramento rochoso.....	12
4.4 Escolha dos locais de inventário florestal .....	13
4.5 Transporte. ....	14
4.6 Estadia.....	15
4.7 Equipe de campo.....	15
4.8 Visita aos locais escolhidos .....	15
5 RESULTADOS .....	17
5.1 Medidas de pátios.....	17
5.2 Áreas queimadas .....	23
5.3 Afloramento rochoso.....	25
5.4 Inventário florestal.....	27
5.4.1 Locação de parcelas .....	27
5.4.2 Georreferenciamento de parcelas .....	28
5.4.3 Dados LiDAR.....	29
5.4.4 Medição de parcelas .....	30
5.4.5 Caracterização florística e estrutural .....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
APÊNDICE A – PLANILHA PARA ORGANIZAÇÕA DE DADOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL.....	41



## 1 INTRODUÇÃO

O desflorestamento na Amazônia continua sendo uma preocupação mundial, que em média 62,1% das áreas desmatadas são convertidas em pastagem (ALMEIDA et al., 2016). Segundo Hansen et al. (2013), dentre os quatro domínios climáticos do planeta (tropical, subtropical, temperado, e boreal), as florestas tropicais tiveram o maior percentual de perda e ganho de vegetação entre 2000 e 2012. O Brasil diminuiu de 40.000 km<sup>2</sup> ano<sup>-1</sup> em 2003-2004 para 20.000 km<sup>2</sup> ano<sup>-1</sup> em 2010-2011, podendo essa diminuição ser atribuído ao aumento da fiscalização, monitoramento ambiental em combater e controlar o desmatamento e a moratória da soja (HARGITA et al., 2015). O monitoramento das florestas e o efetivo controle foram desenvolvidos com a utilização do sensoriamento remoto, cada vez mais intenso devido à facilidade de se obter imagens juntamente com o avanço tecnológico. O PRODES (Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite), que fornece informações sobre as áreas de florestas desmatadas na Amazônia anualmente, bem como o DETER (Sistema de Detecção do Desmatamento na Amazônia Legal em Tempo Real), que tem por objetivo de auxiliar a fiscalização de áreas que estão sofrendo os processos de desmatamento por corte raso, bem como as regiões onde há o aumento progressivo da degradação florestal. Esses programas monitoram sistematicamente a floresta, possuindo metodologias e técnicas amplamente utilizadas. A queima de florestas é outra área que tem aumentado o interesse no meio científico, tendo incentivado o desenvolvimento de metodologias não só para detectar os focos de fogo, mas também mapear as cicatrizes de áreas queimadas.

No entanto, há ainda outras formas de remoção da vegetação que não são necessariamente o corte raso, a degradação florestal por exemplo, que pode ser causada por diferentes fatores como: vento, fragmentação florestal, corte seletivo, queimadas florestais (GERWING, 2002; ASNER, 2005, 2009; ESPÍRITO-SANTO et al., 2010). A degradação florestal pode representar até 40% das emissões brutas para atmosfera se comparado com as emissões por desmatamento (BERENGUER et al., 2014), sendo assim, a preocupação atual é a detecção e o monitoramento da degradação florestal, sendo necessário o

aprofundamento de estudos e melhor conhecimento de como, onde e quando ocorrem estas degradações florestais na Amazônia brasileira.

Um dos fatores que causam a degradação florestal que pode ser destacado é a exploração seletiva de madeira, ou simplesmente conhecido como corte seletivo. O corte seletivo, mesmo que sustentável, causa efeitos colaterais na floresta, porque é necessária a abertura de estradas e pátios ou esplanadas para a movimentação e armazenamento da madeira. Segundo Asner et al. (2009), os impactos causados nas operações iniciais de exploração seletiva, tem efeitos de longo prazo nas respostas ecológicas que interferem na recepção de luz pelo dossel, no ciclo do carbono e no regime de fogo.

Juntamente com o corte seletivo a queimada também se destaca no âmbito da degradação florestal, onde segundo Bush et al. (2007) não ocorre de forma natural na Amazônia, mas pelo fato de que o fogo tem sido intensamente utilizado como prática de conversão de áreas florestais para áreas agricultáveis na Amazônia (ARAGÃO et al., 2008). A biomassa florestal pode ser afetada pelos efeitos do fogo durante muito tempo, e como observado por Sato et al. (2016) mesmo após 10 anos da passagem do fogo, a floresta não se recupera totalmente. Com o objetivo de se conhecer os efeitos desses fatores, está sendo desenvolvido o projeto financiado pela FAPESP no estado do Mato Grosso.

Como parte deste projeto, este relatório descreve o levantamento de dados de campo realizado em 2017, referentes à degradação florestal no estado do Mato Grosso de modo a observar e obter informações das características da estrutura florestal após eventos de corte seletivo e de queimadas, bem como inventariar áreas florestais obtendo os atributos biofísicos como diâmetro a altura do peito (DAP) e altura das árvores.

A escolha das áreas nos municípios a serem visitados durante o trabalho de campo foi baseado nos conhecimentos pretéritos de áreas com grande intensidade de degradação florestal, e os locais exatos de visita foram baseadas em informações obtidas de produtos de sensoriamento remoto, como imagens de satélite de alta resolução. As informações do índice de vegetação,

precipitação, e temperatura de superfície terrestre (FREITAS et al., 2011), foram utilizadas para auxiliar na identificação de mudança na paisagem, quando ocorreu a queda do índice de vegetação diretamente relacionada com o efeito das áreas degradadas.

Se ainda há inúmeros desafios para que se consiga mapear e monitorar a degradação em curso, há também desafios para monitorar a redução da degradação que decorre da implementação da gestão ambiental e do cumprimento de acordos internacionais.

Os resultados brevemente descritos neste relatório poderão auxiliar no conhecimento e formação de pesquisas mais detalhadas sobre temas referentes à degradação florestal e características florestais na região amazônica do Mato Grosso.





## **2 OBJETIVO**

O objetivo do levantamento dos dados de campo proposto nessa expedição foi obter informações para auxiliar no desenvolvimento do projeto da FAPESP. Para isto, foram estabelecidas visitas em áreas com atividades de corte seletivo de madeira, áreas que passaram por queimadas e áreas ainda intactas. Além disso, as informações sobre os afloramentos rochosos são importantes devido à possibilidade de confundir com áreas de degradação florestal utilizando imagens de satélites. Desta forma os objetivos específicos foram:

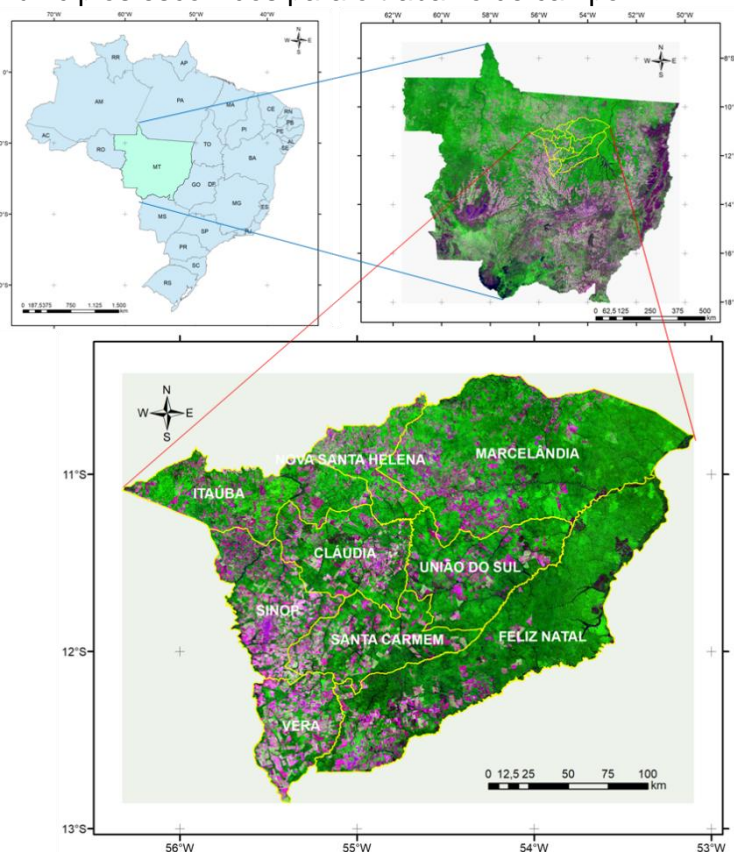
1. Identificar, fotografar e medir pátios de estocagem e estradas em áreas de corte seletivo e comparar com imagens obtidas de sensoriamento remoto;
2. Identificar e fotografar as áreas florestais queimadas e comparar com imagens obtidas de sensoriamento remoto;
3. Identificar e fotografar as áreas de afloramento de rocha e comparar com imagens obtidas de sensoriamento remoto;
4. Identificar e inventariar áreas de florestas nativas e medir os atributos biofísicos CAP, altura total, altura dominante, diâmetro de copa e posição de copa, e identificação botânica da espécie, para auxiliar a análise com os dados de sensoriamento remoto LiDAR.



### 3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do projeto FAPESP é o Estado do Mato Grosso, localizado na região Centro-oeste do Brasil, entre as coordenadas 06° 00' e 19° 45' de latitude sul e 50° 06' e 62° 45' de longitude oeste, com uma extensão territorial de cerca de 900.000 km<sup>2</sup>. Esta região apresenta uma grande diversidade de tipos de formações vegetais, e, além disso, nesta área vem ocorrendo uma alta taxa na conversão da cobertura vegetal, devido à utilização da agricultura mecanizada e pecuária nas áreas de cerrado, bem como o desmatamento, queimadas e cortes seletivos nas áreas de floresta. Para a realização do trabalho de campo, foram escolhidas áreas nos municípios de Sinop, Feliz Natal, Claudia, Marcelândia, União do Sul, Santa Carmem, Vera, Nova Santa Helena e Itaúba (Figura 3.1).

**Figura 3.1** – Localização geográfica da área de estudo do projeto incluindo os municípios escolhidos para o trabalho de campo.



A escolha dos municípios para o trabalho de campo foi baseada na análise prévia em que foram identificadas áreas com todas as tipologias de degradação, e também florestas ainda intactas, caracterizando uma região apropriada para a observação em campo.

## **4 METODOLOGIA**

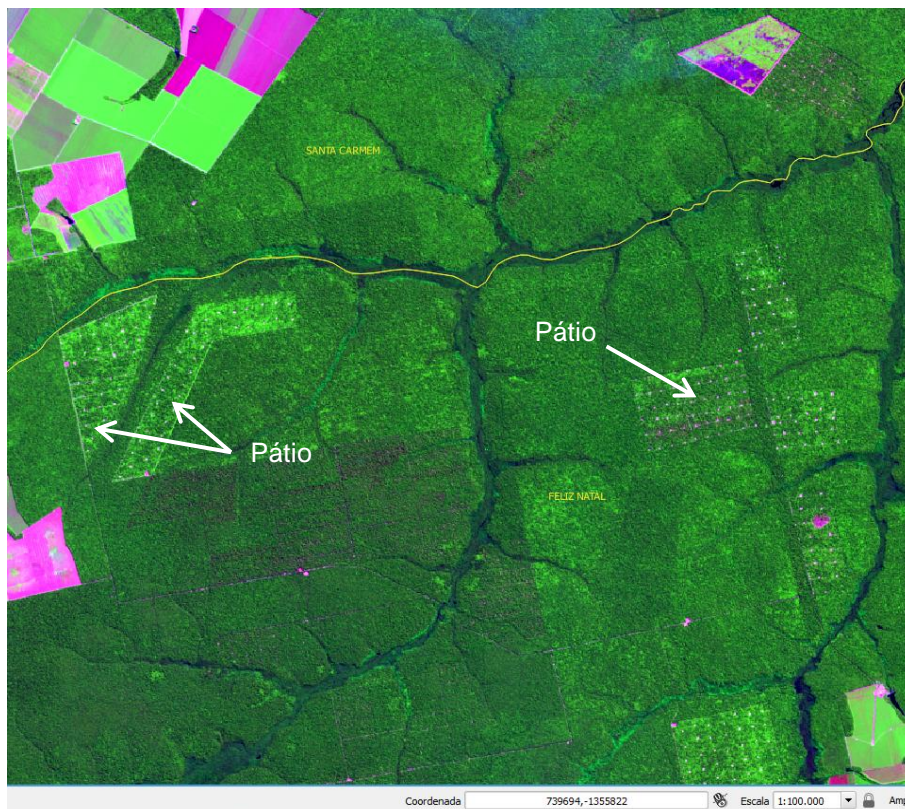
Realizou-se uma campanha de campo entre os dias 17 de julho e 02 de agosto de 2017 para a verificação de áreas de degradação florestal, seja por corte seletivo (manejo florestal) ou por queimada (fogo) e locação e medição das parcelas de inventário florestal. Dessa maneira, o trabalho de campo foi dividido em duas partes, um grupo realizou medidas em pátios de armazenamento de troncos utilizados em manejo florestal e realizou visitas em florestas onde ocorreram queimadas e em áreas de afloramento rochoso enquanto que o outro grupo coletou dados de inventário florestal de parcelas onde aconteceram voos de sensor LiDAR.

Uma parte essencial de uma campanha de campo é o planejamento prévio das atividades a serem desenvolvidas e toda logística, foi necessário estabelecer os locais de visita, o transporte, local de estadia, equipe de campo para execução do inventário florestal, etc. Dessa forma os próximos tópicos versam sobre o planejamento da expedição de campo.

### **4.1 Escolha dos locais de corte seletivo**

Para escolha das áreas de corte seletivo foi preciso observar pátios de estocagem obtidos em imagens do sensor OLI do Landsat 8. As áreas com essa característica foram selecionadas (Figura 4.1) para uma possível visita.

**Figura 4.1** - Pátios observados na imagem em composição colorida RGB 654 do sensor OLI.



A observação dos pátios de estocagem não são facilmente detectadas em imagens com composição colorida, isso se deve a resposta espectral dos vários alvos que compõe cada pixel da imagem que está intimamente ligado a resolução espacial do sensor, consequentemente os pixels de sensores de alta resolução espacial possuem maior probabilidade de serem formados por alvos únicos ou puros. O modelo linear de mistura espectral (MLME) é uma alternativa de processamento de imagens para realçar estes pátios. O modelo assume que os valores dos pixels são combinações lineares de refletância de um determinado número de componentes dentro do pixel.

Desta forma, o MLME assume que os valores dos pixels são combinações lineares de refletância de um número de componentes, chamado *endmembers*. Matematicamente, esta mistura espectral é expressa para cada pixel da imagem de acordo com a Equação 1.

$$\rho_i = a \times veg_i + b \times solo_i + c \times sombra_i + e_i$$

**Equação 1**

O objetivo da mistura espectral é resolver a equação (1) para cada pixel da imagem, obtendo as proporções de seus componentes. Desta forma, é obtida uma imagem fração para cada *endmember* considerado que representa a sua proporção nos dados originais. A solução deste sistema de equações lineares usando técnicas de mínimos quadrados é um dos mais comuns e foi utilizado na análise da imagem OLI (SHIMABUKURO; SMITH, 1991). As imagens fração solo, vegetação e sombra geradas pelo modelo e facilita a identificação destes pátios e estradas, que ficam mais evidentes na fração solo (Figura 4.2).

**Figura 4.2** - Pátios realçados na imagem fração solo derivadas do sensor OLI.

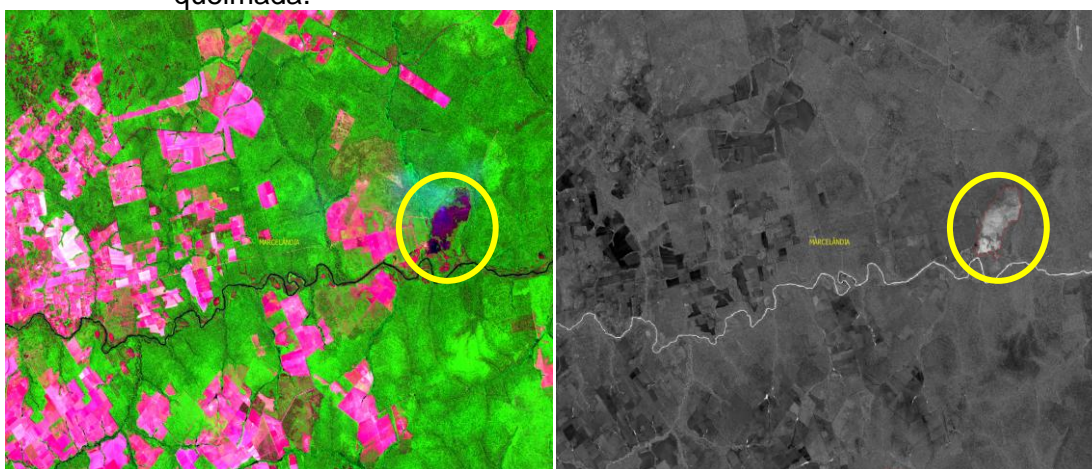


## 4.2 Escolha dos locais de queimada

A escolha das áreas queimadas foi também baseada em observação de imagens do sensor OLI Landsat 8, onde as áreas que ocorreram as queimadas em anos próximos a 2017 foram selecionadas (Figura 4.3). Para melhor

observação de áreas queimadas em imagens orbitais, a utilização da fração sombra obtida do MLME é muito eficaz (ANDERSON et al. 2005). A resposta espectral de áreas queimadas é semelhante a áreas de sombra, ou seja, a reflectância de áreas queimadas é baixa, e a fração sombra realça alvos de baixa reflectância espectral (Figura4.3).

**Figura 4.3** – Área queimada em destaque observada em imagem Landsat 8/OLI em composição colorida RGB 654. Fração sombra realçando área queimada.



### 4.3 Escolha das áreas de afloramento rochoso

As áreas de afloramento rochoso estão presentes em alguns locais nos municípios escolhidos, essas áreas possuem pouca ou quase nenhuma vegetação (GIULIETTI et al. 1997), o que pode causar confusão na interpretação dos alvos na imagem, pois existe uma alta semelhança espectral entre áreas altamente degradadas e áreas de afloramento rochoso. No entanto as áreas de afloramento rochoso não possuem uma regularidade espacial semelhante às áreas de degradação, o que pode dessa forma dar indícios nas diferenças entre os alvos. As áreas de afloramento rochoso a serem visitadas, foram selecionadas na região de Marcelândia indicadas por pessoas com conhecimento prévio da região, conforme Figura 4.4.



**Figura 4.4** – Áreas de afloramento rochoso no município de Marcelândia.



#### **4.4 Escolha dos locais de inventário florestal**

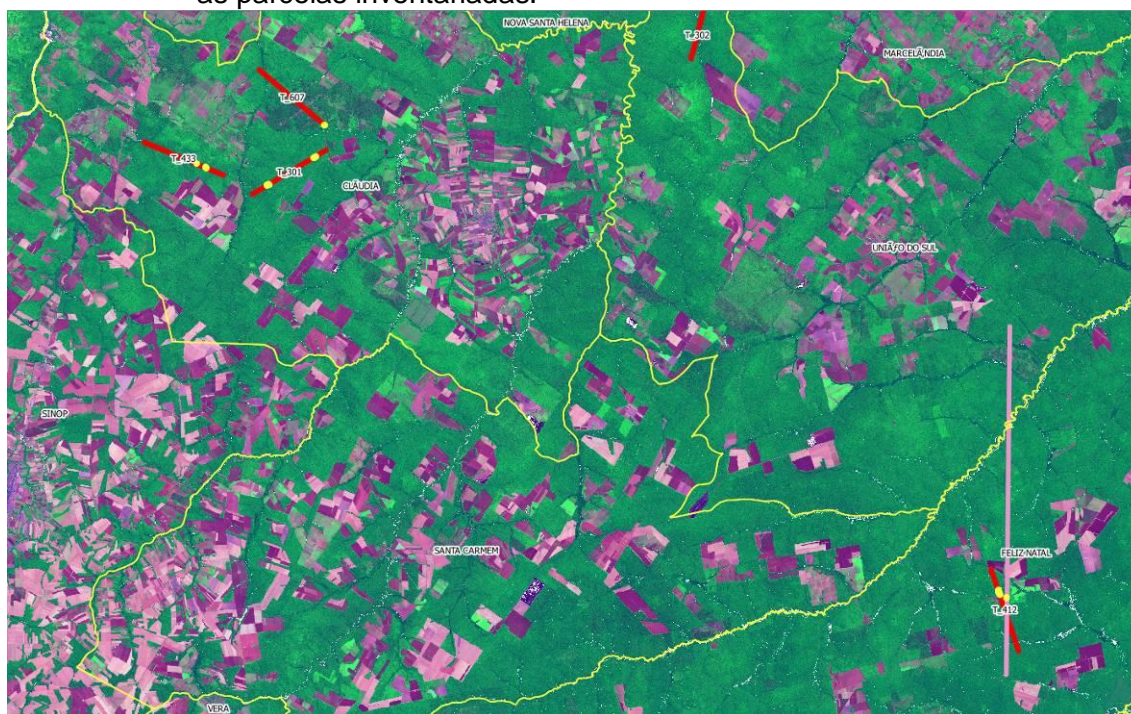
Para o inventário florestal foram escolhidas áreas que haviam sido sobrevoadas por avião transportando o sensor LiDAR (Figura 4.5) para a aquisição de dados estruturais em áreas de floresta intacta e degradada (fogo e corte seletivo) as quais foram identificadas a partir da análise das imagens de satélite do Landsat 8/OLI. Cabe ressaltar que os voos com sensores LiDAR, estão englobados no âmbito de dois grandes projetos para levantamento estrutural de florestas tropicais da Amazônia: 1) Paisagens Sustentáveis<sup>1</sup> e 2) estimativa de Biomassa na Amazônia (EBA)<sup>2</sup>. Essas iniciativas são fundamentadas na informação de altura da floresta que pode se obter do levantamento por LiDAR.

---

<sup>1</sup><https://www.paisagenslidar.cnptia.embrapa.br/webgis/>

<sup>2</sup> <http://www.ccst.inpe.br/projetos/eba-estimativa-de-biomassa-na-amazonia/>

**Figura 4.5** – Localização das parcelas inventariadas na campanha de campo: 1) transectos em vermelho são do projeto EBA, 2) transecto em rosa é do projeto Paisagens Sustentáveis, e 3) pontos em amarelo representam as parcelas inventariadas.



No inventário florestal foram mensurados os seguintes atributos florestais: circunferência a altura do peito (CAP), altura total (HTotal), altura comercial (HCom), raio de copa, posição da copa em relação ao dossel e foi realizada a identificação de cada indivíduo.

#### **4.5 Transporte.**

Para execução da expedição foi necessário a disponibilidade de uma viatura do INPE para a equipe se deslocar para as áreas dos pátios identificados e para realizar as visitas às áreas queimadas e áreas de afloramento rochoso. Para o deslocamento da equipe de inventário para as parcelas a serem medidas foi feita a locação de um carro.

#### **4.6 Estadia**

Foi necessário observar locais de visita onde haveria disponibilidade de estadia para pernoite. Os municípios escolhidos contavam com hotéis que foram previamente selecionados.

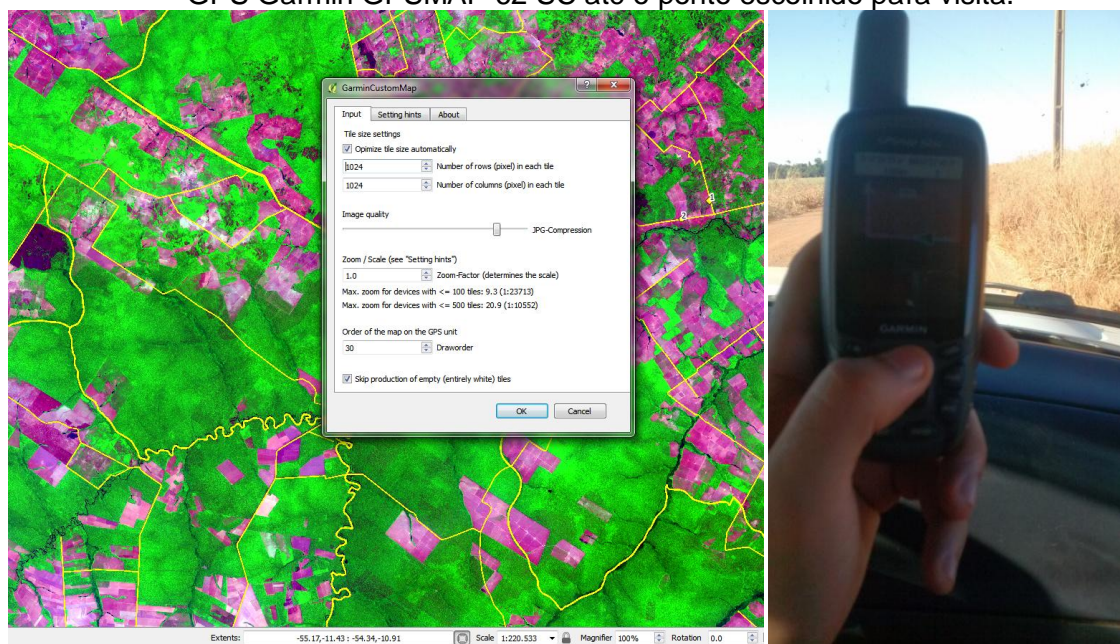
#### **4.7 Equipe de campo**

Foi necessário contratação de dois profissionais para as atividades do inventário florestal, sendo um botânico prático para identificar as espécies florestais, e um ajudante para abrir picadas e estabelecimento das parcelas de campo. Os profissionais contratados possuíam grande experiência na atividade de inventário e conhecimento prático da dinâmica florestal da região. Estes profissionais foram indicados tanto pelo IBAMA de Alta Floresta como pelo IBAMA de Sinop.

#### **4.8 Visita aos locais escolhidos**

Após todas as áreas pré-selecionadas foi preciso estabelecer o critério de logística para visitar o máximo de pontos possíveis. A ida a estes locais foi realizada por meio de navegação com sistema GPS (Garmin GPSMAP 62 SC) no qual foi carregado para memória do aparelho imagens de altíssima resolução em formato *jpg* juntamente com os pontos já marcados (Figura 4.6). Esse carregamento de imagens para o GPS foi possível utilizando o plugin *GarmimCustomMap* acoplado ao SIG QGIS, esse plugin exporta a tela atual do QGIS para um arquivo *kmz*, que é compatível com o formato Custom Maps da Garmin para unidades de GPS portáteis. Dessa forma, mapas individuais no QGIS podem ser usados como mapas de fundo nas unidades de GPS Garmin compatíveis com os aparelhos das séries: Alpha, Astro, Dakota, Oregon, Colorado, GPSMAP 62, GPSMAP 64, GPSMAP 78, Edge 800, Montana , Rino, eTrex® 20 e 30. Essa ferramenta foi muito útil no auxílio à navegação até os pontos.

**Figura 4.6** – Interface do plugin GarmimCustomMap no QGIS 2.18, navegação com GPS Garmin GPSMAP 62 SC até o ponto escolhido para visita.

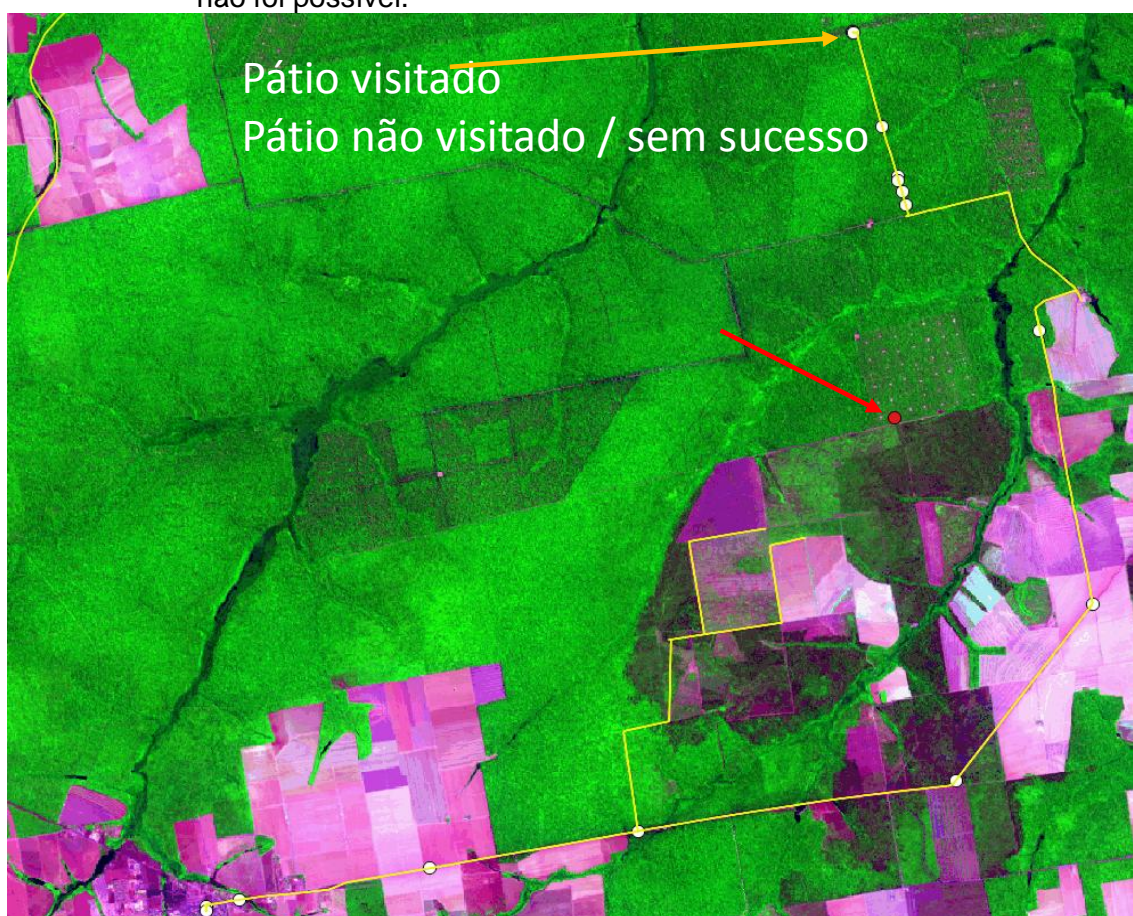


## 5 RESULTADOS

### 5.1 Medidas de pátios

O acesso a áreas de com corte seletivo muitas vezes não eram possíveis devido à proibição da entrada, bem como a dificuldade do acesso por estradas convencionais. Um exemplo pode ser observado na Figura 5.1, onde o ponto em vermelho não pode ser alcançado, mesmo chegando próximo por 2 caminhos diferentes (em amarelo), impossibilitando o acesso ao pátio.

**Figura 5.1** - Localização dos pátios mostrando um pátio visitado e outro que o acesso não foi possível.



O pátio visitado no dia 20 de julho de 2017 no município de Feliz Natal mostrado na figura 3.1, possui uma área aproximada de 1.309 m<sup>2</sup>, sendo em uma área de floresta degradada com poucas árvores pioneiras de grande porte. O pátio já não se encontra em atividade, mas ainda sem regeneração como pode ser visto na figura 5.2.

**Figura 5.2** - Pátio medido no município de Feliz Natal.



Uma dificuldade de se visitar os pátios são as árvores caídas encontradas normalmente na entrada das estradas secundárias, propositalmente ou não, mas que impossibilita a passagem de carro. Um exemplo pode ser observado na Figura 5.3.

**Figura 5.3** - Entrada da estrada que conduz a um pátio de estocagem bloqueada por uma árvore caída.



No dia 21 de julho de 2017 foi visitada uma sequencia de oito pátios de um manejo florestal iniciado aproximadamente em maio de 2017. Estes pátios não haviam sido detectados nas imagens analisadas, mas que poderão ser verificados em imagens mais recentes.

**Figura 5.4** - Pátios novos visitados no município de Feliz Natal.

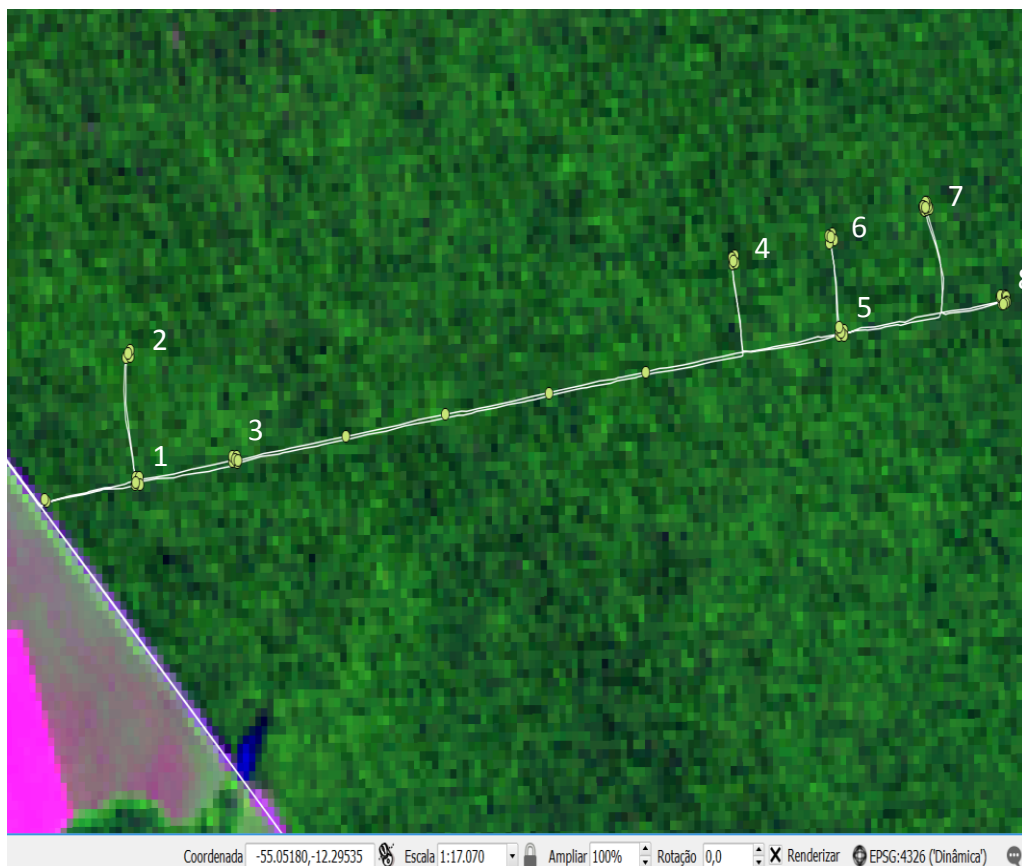




Figura 5.5 - Oito pátios novos visitados no município de Feliz Natal.



Além disso, foram visitados outros pátios nos municípios de Feliz Natal, Santa Carmem, Claudia, União do Sul e Marcelândia.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o "Manejo Florestal Sustentável é a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços florestais" <http://www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustentavel>.

Para a realização do manejo florestal sustentável é preciso respeitar algumas regras estabelecidas como as que constam no Código Florestal Brasileiro (lei nº 12.727) que determina que os tamanhos das reservas são de 80% em áreas de florestas da Amazônia Legal, 35% no cerrado, 20% em campos gerais, e 20% em todos os biomas das demais regiões do Brasil.

No "PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTADO DE USO MÚLTIPLO" disponibilizado no site do MMA recomenda a construção de pátios de estocagem ou esplanadas com dimensões de 20x25 m. As toras são arrastadas até o pátio de estocagem através de ramais e estradas secundárias com largura de 4 m. As distâncias entre os pátios são de aproximadamente 500 metros uns dos outros, podendo ter um pátio maior, onde as toras serão armazenadas para o transporte (SAKURA INDUSTRIA E COMÉRCIO DE MADEIRAS LTDA, 2009). Ao observar a Tabela 5.1 existe uma heterogeneidade nos tamanhos dos pátios, alguns com o dobro da dimensão especificada em lei, o que pode agravar efeitos ecológicos, potencializando a degradação nessas áreas (ASNER et al., 2009).

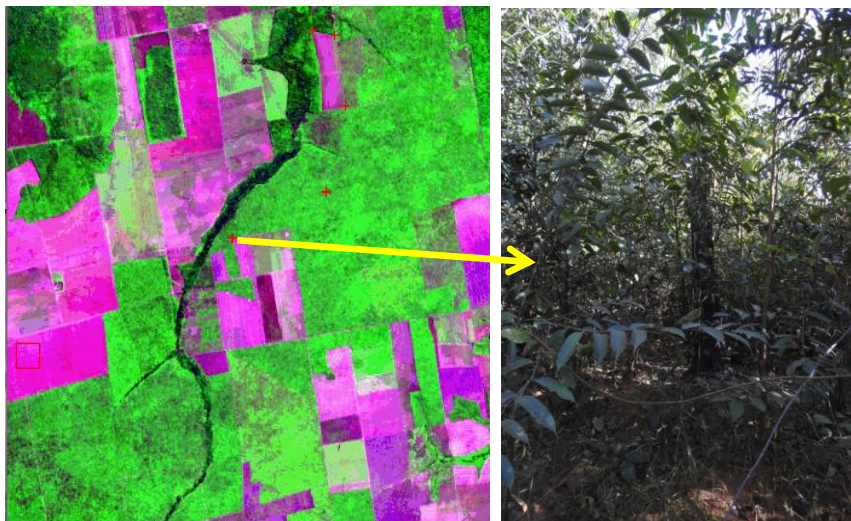
**Tabela 5.1** - Áreas aproximadas dos pátios em m<sup>2</sup> visitados nos dias de expedição em seus respectivos municípios.

20/07	21/07	22/07	23/07	24/07	26/07	28/07	30/07
1.309	834	601	1112	430	263	573	650
	530		857		788	586	
	418		397			1.113	
	460		431			1.061	
	371		840				
	606		817				
	562		714				
	528		700				
	719		1167				
Feliz Natal	Feliz Natal	Feliz Natal	Santa Carmem	Feliz Natal	Claudia	União do Sul	Marcelandia

## 5.2 Áreas queimadas

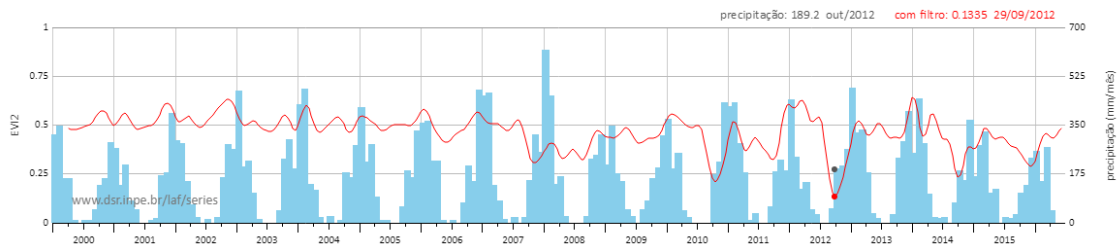
Como pode ser visto na Figura 5.6, a imagem do sensor OLI mostra a localização do ponto onde foram registradas as fotos de uma floresta observada no sul do município de Feliz Natal ao lado de uma área agrícola, onde a vegetação se apresenta bastante degradada.

**Figura 5.6** - Área de floresta queimada no município de Feliz Natal.



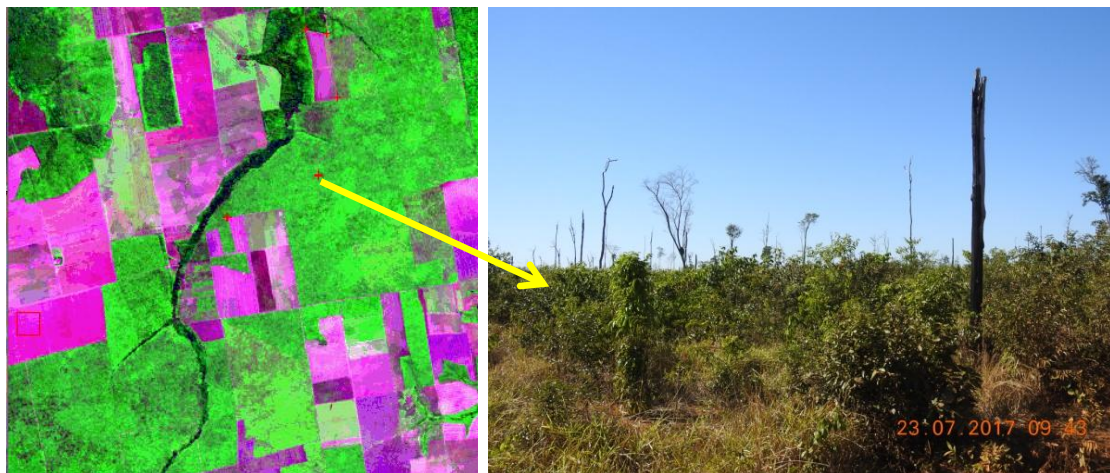
Analisando a série temporal do índice de vegetação EVI-2 apresentado na Figura 5.7, é possível observar que existe uma diminuição do índice entre 2007 e 2008, outra entre 2010 e 2011, mais acentuada em 2012 e pequenas variações em 2014 e 2015.

**Figura 5.7** - Série temporal do ponto de queimada visitado no município de Feliz Natal.



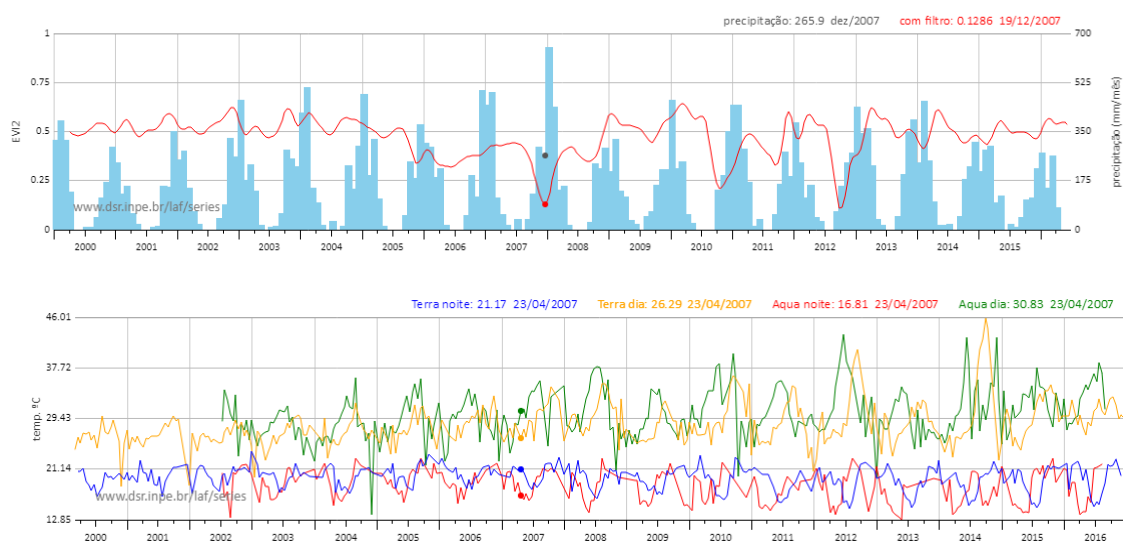
Ainda no município de Feliz Natal, foi observado uma outra área mais degradada, onde a floresta praticamente não existe mais, como pode ser observado na Figura 5.8.

**Figura 5.8** - Área de floresta queimada muito degradada.



A série temporal (Figura 5.9) apresenta uma diminuição do índice de vegetação desde 2005, com diminuições bruscas em 2007, 2010 e 2012. Podendo ser observado ainda um aumento sutil da temperatura da superfície, principalmente nas séries diurnas.

**Figura 5.9** - Série temporal de EVI-2 e temperatura da superfície.



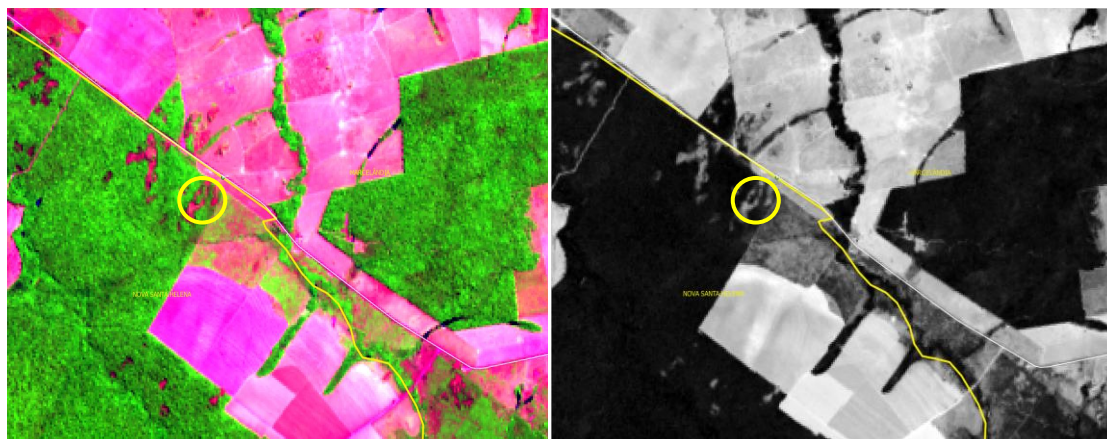
O estado do Mato Grosso possui degradação contínua por incêndios o que potencializa aumento de fogo em áreas de floresta amazônica (MIETTINEN et al., 2016). Anderson et al. (2015) destaca que o estado do Mato Grosso no ano de 2010 teve 96.855 km<sup>2</sup> de área queimada, isso equivale a 10,77% da área total do estado. Os autores apontam que o fator causal dessas queimadas em maior parte é devido o aumento de áreas de agricultura no estado. Em campo pode se observar que as áreas queimadas eram bem próximas a áreas agrícolas.

### 5.3 Afloramento rochoso

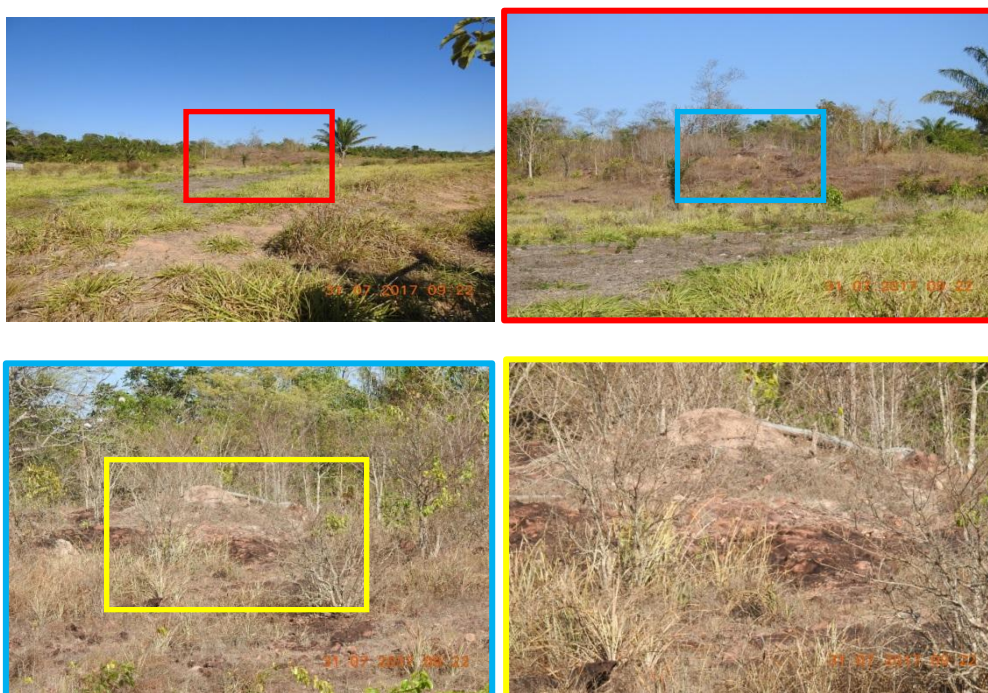
No município de Marcelândia foram visitadas áreas de afloramento rochoso, como pode ser observado na Figura 5.10 essas áreas se assemelham com floresta degradada afetada por fogo, até mesmo se observar a fração solo a confusão ainda persiste, pois intuitivamente espera-se que não realce alvos rochosos. Isso se deve ao fato que existe camadas de solo por sobre as rochas (Figura 5.10) que interfere na resposta espectral. É necessário a visita ao campo para conferir essas ocorrências, semelhante ao realizado por Capanema (2017), que visitou áreas de afloramento rochoso, e discriminou de

forma correta essas áreas na classe não floresta ao realizar mapeamento de degradação florestal.

**Figura 5.10** – Imagem do Landsat 8/OLI do dia 9/06/2016 destacando em amarelo a área de afloramento rochoso visitada. Imagem fração solo também com destaque em amarelo para a região visitada.



**Figura 5.11** – Foto em campo de uma área visitada em Marcelândia, com efeitos de aumento de zoom demonstrar vegetação rala e solo por sobre as rochas.

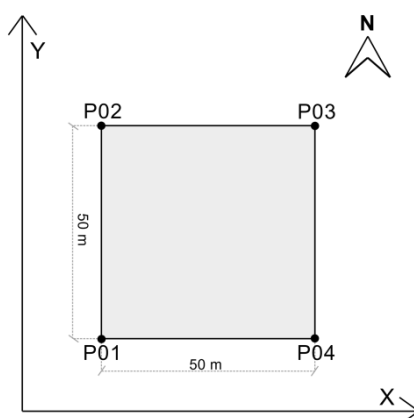


## 5.4 Inventário florestal

### 5.4.1 Locação de parcelas

Para realização do inventário florestal, foram estabelecidas parcelas e medidos os indivíduos florestais com diâmetro igual e/ou superior a 30 cm de circunferência. A alocação da parcela (Figura 5.12) ocorreu primeiramente pelo vértice inicial, o qual foi comumente adotado como o ponto inferior esquerdo (P01), a partir deste, com o auxílio de uma bússola, a direção dos pontos cardeais foi localizada e media-se 50 m para Norte, o qual seria o vértice 2 (P02) e 50 m para Leste formando o vértice 4 (P04). A partir do P02 media-se 50 m para Leste para obter o ponto vértice 3 (P03). No final, caso a medida entre P03 e P04 não fosse de 50 m, significava que a parcela não estava bem enquadrada. Então se corrigia as posições dos vértices 3 e 4.

**Figura 5.12** - Esquema da alocação da parcela de campo.



Em cada parcela coletou-se as seguintes informações dos indivíduos arbóreos: circunferência a altura do peito (CAP), altura total (Htot), altura comercial (Hcom), raio da copa nas orientações norte (RN), sul (RS), leste (RL) e oeste (RO), nome científico da espécie, a posição em relação ao dossel (Emergente, Dominante ou Dominada), se a árvore estava Viva ou Morta, a localização das árvores com GPS de navegação, bem como a localização X e Y de cada árvore na parcela, e, além disso, os pontos dos quatro vértices das parcelas foram coletados com sistema DGPS (Figura 5). O sistema DGPS é de fundamental importância para se obter precisamente a localização das parcelas e

posteriormente ser comparada com as informações espaciais obtidas do LiDAR.

#### 5.4.2 Georreferenciamento de parcelas

Os DGPS utilizados para realizar o georreferenciamento das parcelas foram 2 *Sokkia Radian IS L1* e um *Topcon HIPER*, de forma que este último foi utilizado como base em que era fixado o ponto com um pedaço de madeira para que o mesmo ponto pudesse ser utilizado novamente caso necessário. Para aumentar a recepção dos aparelhos em meio à vegetação, foram utilizados bastões de suspensão e em cada coleta foi anotada a altura do aparelho para posterior correção de altitude, e também foram anotadas a data e hora de início e término de coleta de cada vértice da parcela. O pós-processamento dos dados foi realizado no programa *Topcon tools*, utilizando a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – RBMC da cidade de Sorriso – MT para melhorar a geolocalização do instrumento que foi utilizado como base.

**Figura 5.13** - Aquisição de ponto no vértice da parcela com sistema DGPS e o detalhe, em caixa vermelha, o aparelho posicionado o mais alto possível para facilitar a aquisição da informação do ponto.



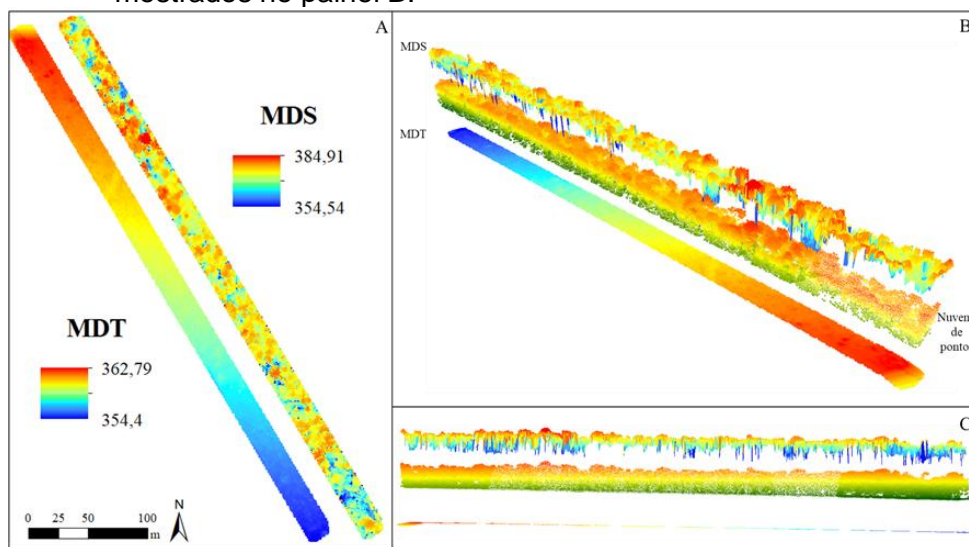


Após o pós-processamento o erro médio de deslocamento horizontal entre os pontos coletados não foi superior a 1 m em função do X e Y, erro aceitável para fins de utilização no trabalho. Possivelmente este erro é decorrente da vegetação densa, que em alguns casos não foi possível instalar a base em locais sem interferência de sinal, devido a questões de segurança do aparelho ou logística.

### 5.4.3 Dados LiDAR

A estrutura florestal pode ser obtida por escaneamento Laser aerotransportado (GIONGO et al., 2010) esse levantamento de atributos estruturais pode ser correlacionado com atributos biofísicos (ASNER, et al., 2012) obtendo destes, respostas como volume de madeira e conseqüentemente quantidade de biomassa por área (ANDERSEN et al., 2014; LONGO et al., 2016). Na Figura 5.14 há uma representação dos dados obtidos de sobrevoo com sensor LiDAR em uma faixa do terreno, nota-se a potencialidade de utilização dos produtos gerados pós processamento.

**Figura 5.14** – Representação da nuvem de pontos e imagens LiDAR de uma parcela do Projeto Paisagem Sustentável: A – Representa o Modelo Digital do Terreno – MDT e Modelo Digital de Superfície – MDS, as imagens possuem resolução espacial de 0,5 m; B – Visualização 3D da nuvem de pontos, MDT e MDS; e C – Visualização transversal dos produtos mostrados no painel B.



Há uma relação estreita entre os atributos de crescimento de uma árvore, destaca-se a relação altura x DAP que é comumente utilizada nas ciências florestais (HUSCH, 1982), porém em campo a altura é de difícil mensuração, principalmente em florestas tropicais. Com o advento do LiDAR essas relações podem ser melhor relacionadas facilitando a estimativa de volume e consequente a estimativa de biomassa (ASNER et al., 2012).

#### 5.4.4 Medição de parcelas

Ao todo foram alocadas 17 parcelas de 2.500 m<sup>2</sup> com dimensão de 50 m x 50 m (ver Figura 5.12). Desse total, sete parcelas foram instaladas no município de Feliz Natal e dez no município de Cláudia. As parcelas foram instaladas em transectos onde houve sobrevoos de avião transportando sensores LiDAR (Tabela 5.2). Para facilitar o processo de mensuração das parcelas estas foram subdivididas em 4 quadrantes de 25 m x 25 m.

**Tabela 5.2** – Identificação das parcelas inventariadas com os respectivos voos LiDAR vinculados aos respectivos projetos

Parcela	Projeto LiDAR	Transecto	Município
1	Paisagens Sustentáveis	fn2_a01_2013	Feliz Natal
2	Paisagens Sustentáveis	fn2_a01_2013	Feliz Natal
3	EBA	T_412	Feliz Natal
4	EBA	T_412	Feliz Natal
5	EBA	T_412	Feliz Natal
6	EBA	T_412	Feliz Natal
7	EBA	T_412	Feliz Natal
8	EBA	T_433	Cláudia
9	EBA	T_433	Cláudia
10	EBA	T_433	Cláudia
11	EBA	T_301	Cláudia
12	EBA	T_301	Cláudia
13	EBA	T_301	Cláudia
14	EBA	T_301	Cláudia
15	EBA	T_301	Cláudia
16	EBA	T_607	Cláudia
17	EBA	T_607	Cláudia

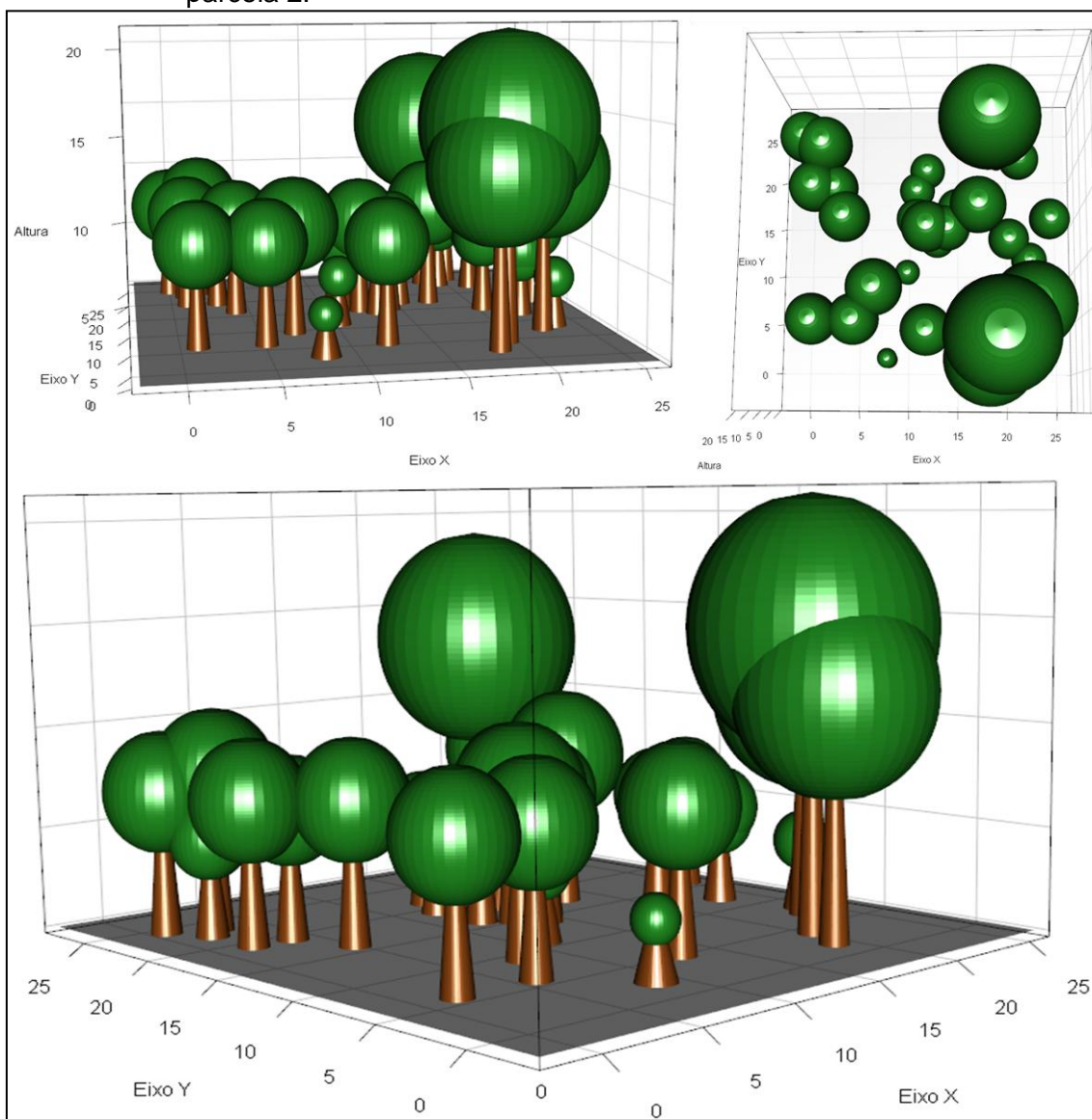
A partir do vértice inferior esquerdo, convencionalmente adotado com as coordenadas de origem, ou seja, (0, 0), se obteve o X e Y de cada árvore. O DAP foi obtido, a priori, com a mensuração da Circunferência a Altura do Peito (CAP) dos indivíduos a campo e este foi então dividido por  $\pi$  ( $\pi \sim 3,14$ ). A altura total (Htot), altura comercial (Hcom), raios de copa e posição relativa da copa foram mensuradas por meio de estimativa visual devido a experiência do botânico prático (Figura 5.15).

**Figura 5.15** - Mensuração de atributos físicos das árvores (CAP, Htot, Hcom, raios de copa) e marcação de pontos com GPS de navegação.



Os dados medidos no campo foram organizados (Figura 5.16) e para cada espécie identificada durante o inventário foi obtido a Densidade Básica da Madeira - DBM em  $\text{g/cm}^3$  a partir do banco global desenvolvido por Chave et al. (2009) e Zanne et al. (2009). No APENDICE 1 está a ficha modelo de organização da coleta de informações sobre árvores inventariadas.

**Figura 5.16** - Representação gráfica da disposição das árvores vivas mensuradas na parcela 2.



#### 5.4.5 Caracterização florística e estrutural

De acordo com o sugerido por Magurran (1988), aplicou-se técnicas que avaliam a composição florística. Dentre estas, a diversidade de espécies e a dominância ecológica, por meio do índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Equação 2) e a equabilidade de Pielou ( $J$ ) (Equação 3) respectivamente.

$$H' = -\sum_{i=1}^S \left[ \frac{n_i \times \ln\left(\frac{n_i}{N}\right)}{N} \right]$$

**Equação 2**

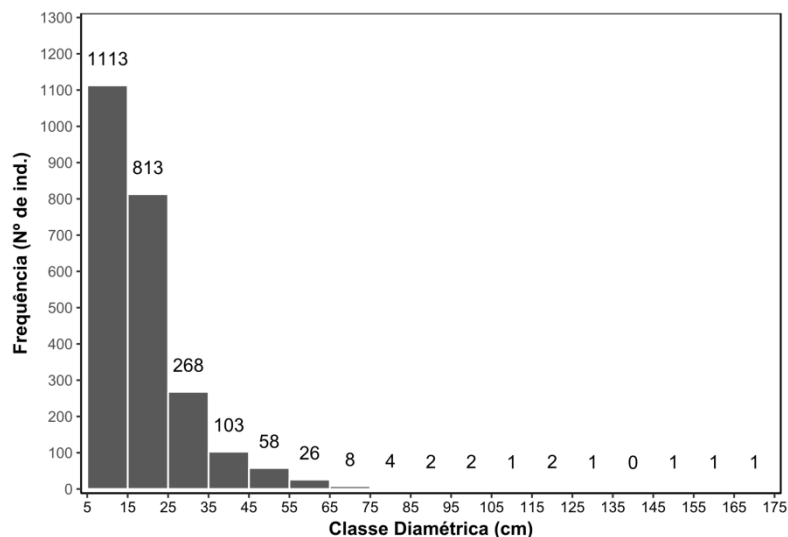
$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

**Equação 3**

Onde:  $H'$ : índice de Shannon-Winner;  $n_i$ : quantidade de indivíduos da espécie  $i$ ;  $N$ : Número total de indivíduos;  $J'$ : Equabilidade de Pielou;  $S$ : Número total de espécies amostradas.

O Índice de Shannon-Winner para os dados realizados durante a campanha de campo foi de 3,9145 e a Equabilidade de Pielou foi de 0,7956. No total foram amostrados 4,25 ha contendo 2.404 indivíduos em 140 espécies identificadas, distribuídas em 45 famílias botânicas, sendo que, deste total, há uma espécie e uma família identificadas como “Morta Não Ident.”, representando os indivíduos mortos que não foram possíveis identificar. A Figura 5.17 apresenta a distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro.

**Figura 5.17** – Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro.





## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O levantamento das informações sobre florestas degradadas e intactas nos municípios percorridos nos possibilitou apresentar uma descrição do estado da floresta amazônica em região de intensa atividade de exploração florestal e agrícola.

Os resultados apresentados indicam que a legislação ambiental é descumprida em algumas áreas de manejo florestal, evidenciados pelos tamanhos de pátios de estocagem maiores que os recomendados por lei. O avanço das atividades agrícolas causa pressão sobre regiões de florestas de borda, fenômeno que é descrito em demasia na literatura científica. Áreas de afloramento rochoso estão presentes na composição da paisagem do MT, e pode causar confusão com áreas de degradação florestal na interpretação de imagens. Os resultados prévios do inventário florestal demonstram alta riqueza de espécies nessa região e que a classe diamétrica mais expressiva estão os indivíduos entre 5 e 15 cm.

Para realizar este trabalho de campo foram percorridos aproximadamente 2200 km medindo pátios de estocagem em área de corte seletivo, observando áreas de florestas queimadas, afloramento rochoso e inventariando florestas. Os dados produzidos nessa expedição fornecem um panorama geral sobre o uso das florestas nativas em parte do bioma amazônico. Espera-se que essas informações contribuam para o subsídio de novas atividades de pesquisa de campo em áreas florestais.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. A. DE; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ADAMI, M.; VENTURIERI, A.; DINIZ, C. G.; DESSAY, N.; DURIEUX, L.; GOMES, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the brazilian legal amazon in 2008 using landsat-5/tm and modis data. **Acta amazonica**, v. 46, n. 3, p. 291–302, set. 2016.

ANDERSEN, H. E.; REUTEBUCH, S. E.; MCGAUGHEY, R. J.; D'OLIVEIRA, M. V. N.; KELLER, M. Monitoring selective logging in western amazonia with repeat lidar flights. **Remote sensing of environment**, v. 151, p. 157–165, ago. 2014.

ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. E C. DE; LIMA, A. DE; SHIMABUKURO, Y. E. Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor modis/terra no estado do mato grosso, amazônia brasileira. **Acta amazonica**, v. 35, n. 4, p. 445–456, dez. 2005.

ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C.; GLOOR, M.; ARAI, E.; ADAMI, M.; SAATCHI, S. S.; MALHI, Y.; SHIMABUKURO, Y. E.; BARLOW, J.; BERENGUER, E.; DUARTE, V. Disentangling the contribution of multiple land covers to fire-mediated carbon emissions in amazonia during the 2010 drought. **Global biogeochemical cycles**, v. 29, n. 10, p. 1739–1753, out. 2015.

ARAGÃO, L. E. O. C.; MALHI, Y.; BARBIER, N.; LIMA, A.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L.; SAATCHI, S. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1779–1785, 27 maio 2008.

ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BROADBENT, E. N.; OLIVEIRA, P. J.; KELLER, M.; SILVA, J. N. Selective Logging in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 310, n. 5747, p. 480–482, 21 out. 2005.

ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BALAJI, A.; PAEZ-ACOSTA, G. Automated mapping of tropical deforestation and forest degradation: claslite. **Journal of applied remote sensing**, v. 3, n. 1, p. 33543, 2009.

ASNER, G. P.; MASCARO, J.; MULLER-LANDAU, H. C.; VIEILLEDENT, G.; VAUDRY, R.; RASAMOELINA, M.; HALL, J. S.; VAN BREUGEL, M. A universal airborne lidar approach for tropical forest carbon mapping. **Oecologia**, v. 168, n. 4, p. 1147–1160, 28 abr. 2012.

BUSH, M. B.; Silman, M.R.; de Toledo, M. B.; Listopad, C.; Gosling, W. D.; Williams, C.; de Oliveira, P. E.; Krisel, C. Holocene fire and occupation in Amazonia: records from two lake districts. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 209 - 218, 28 fev. 2007.

CAPANEMA, V.P. Fatores de degradação florestal atuantes em diferentes estágios da fronteira agropecuária na Amazônia: estudo de caso na região de Sinop, MT. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 123p. São José dos Campos, 2017.

CHAVE, J.; COOMES, D.; JANSEN, S.; LEWIS, S. L.; SWENSON, N. G.; ZANNE, A. E. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology letters*, v. 12, n. 4, p. 351–366, 2009.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B. KELLER, M.; BRASWELL, B.; NELSON, B. W.; FROLKING, S. VICENTE, G. Storm intensity and old-growth forest disturbances in the Amazon region. **Geophysical Research Letters**, v. 37, n. 11, p. 1–6, jun. 2010.

FREITAS, R. M.; ARAI, E.; ADAMI, M.; SOUZA, A. F.; SATO, F. Y.; SHIMABUKURO, Y. E.; ROSA, R. R.; ANDERSON, L. O.; RUDORFF, B. F. T. Virtual laboratory of remote sensing time series: visualization of MODIS EVI2 data set over South America. **Journal of Computational Interdisciplinary Sciences** (2011) 2(1):57-68. doi: 10.6062/jcis.2011.02.01.0032. <http://www.epacis.net/jcis>

GERWING, J. J. Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 157, n. 1–3, p. 131–141, mar. 2002.

GIONGO, M.; KOEHLER, H. S.; MACHADO, S. DO A.; KIRCHNER, F. F.; MARCHETTI, M. Lidar : princípios e aplicações florestais. **Pesquisa florestal brasileira**, v. 30, n. 63, p. 231–244, 2010.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. ESPINHAÇO RANGE REGION, EASTERN BRAZIL. IN: DAVIS, S.D., HEYWOOD, V.H.; HERRERAMACBRYDE, O.; VILLA-LOBOS, J.; HAMILTON, A. C. (eds). Centres of plant diversity - a guide and strategy for their conservation. **Cambridge**: The Americas, IUCN Publication, 1997. v. 3. p. 397 – 404.

HANSEN, M. C.; STEHMAN, S. V.; POTAPOV, P. V. Quantification of global gross forest cover loss. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 107, n. 19, p. 8650–8655, 11 maio 2010.

HARGITA, Y.; GÜNTER, S.; KÖTHKE, M. Brazil submitted the first redd+ reference level to the unfccc-implications regarding climate effectiveness and cost-efficiency. **Land use policy**, v. 55, p. 340–347, 2015.

HUSCH, B. Forest Mensuration. 3th ed. New York, NY : John Wiley, 402 p. 1982.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por Satélites. Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007-2008. INPE, p. 47, 2008.

LONGO, M.; KELLER, M.; DOS-SANTOS, M. N. ; LEITOLD, V.; PINAGÉ, E.R.; BACCINI, A.; SAATCHI, S.; NOGUEIRA, E. M.; BATISTELLA, M.; MORTON, D.C. Aboveground biomass variability across intact and degraded forests in the Brazilian Amazon, **Global Biogeochem. Cycles**, 30, 2016. doi:10.1002/2016GB005465.

MAGURRAN, A. Ecological diversity and its measurement. Princeton ed. Princeton, NJ, USA, 1988.

MIETTINEN, J.; SHIMABUKURO, Y. E.; BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; GOMEZ, M. V.; SIMONETTI, D.; ACHARD, F. On the extent of fire-induced forest degradation in mato grosso, brazilian amazon, in 2000, 2005 and 2010. **International journal of wildland fire**, v. 25, n. 2, p. 129, 2016.

SAKURA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MADEIRAS LTDA. PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTADO DE USO MÚLTIPLO. FLONA DO JAMARI UNIDADE DE MANEJO II ITAPUÃ D'OESTE – RO, p. 114, jun. 2009. [http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/\\_arquivos/sakura\\_umf\\_ii\\_95.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/sakura_umf_ii_95.pdf)

SATO, L.; GOMES, V.; SHIMABUKURO, Y.; KELLER, M.; ARAI, E.; DOS-SANTOS, M.; BROWN, I.; ARAGÃO, L. Post-fire changes in forest biomass retrieved by airborne lidar in amazonia. **Remote sensing**, v. 8, n. 10, p. 839, 20 out. 2016.

SHIMABUKURO, Y.E.; SMITH, J.A. The least-square 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.

ZANNE, A. E.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; COOMES, D. A.; ILIC, J.; JANSEN, S.; LEWIS, S. L.; MILLER, R. B.; SWENSON, N. G.; WIEMANN, M. C.; CHAVE, J. Global wood density database. v. Dryad. Ide, 2009.

## **APÊNDICE A – PLANILHA PARA ORGANIZAÇÃO DE DADOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL**

A seguir na Tabela A.1 segue o modelo de organização das informações coletadas em campo dos atributos biofísicos e dos atributos espaciais das árvores inventariadas na campanha de campo.





## **PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS EDITADAS PELO INPE**

### **Teses e Dissertações (TDI)**

Teses e Dissertações apresentadas nos Cursos de Pós-Graduação do INPE.

### **Manuais Técnicos (MAN)**

São publicações de caráter técnico que incluem normas, procedimentos, instruções e orientações.

### **Notas Técnico-Científicas (NTC)**

Incluem resultados preliminares de pesquisa, descrição de equipamentos, descrição e ou documentação de programa de computador, descrição de sistemas e experimentos, apresentação de testes, dados, atlas, e documentação de projetos de engenharia.

### **Relatórios de Pesquisa (RPQ)**

Reportam resultados ou progressos de pesquisas tanto de natureza técnica quanto científica, cujo nível seja compatível com o de uma publicação em periódico nacional ou internacional.

### **Propostas e Relatórios de Projetos (PRP)**

São propostas de projetos técnico-científicos e relatórios de acompanhamento de projetos, atividades e convênios.

### **Publicações Didáticas (PUD)**

Incluem apostilas, notas de aula e manuais didáticos.

### **Publicações Seriadas**

São os seriados técnico-científicos: boletins, periódicos, anuários e anais de eventos (simpósios e congressos). Constam destas publicações o Internacional Standard Serial Number (ISSN), que é um código único e definitivo para identificação de títulos de seriados.

### **Programas de Computador (PDC)**

São as sequências de instruções ou códigos, expressos em uma linguagem de programação compilada ou interpretada, a ser executada por um computador para alcançar um determinado objetivo. São aceitos tanto programas fonte quanto executáveis.

### **Pré-publicações (PRE)**

Todos os artigos publicados em periódicos, anais e como capítulos de livros.