

TEXTOS PARA DISCUSSÃO

DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS

n.3

**METODOLOGIA DE MAPEAMENTO  
DA COBERTURA E USO DA TERRA**

**EM GRADE DE REFERÊNCIA  
ESTATÍSTICA DE 200m X 200m**

**APLICAÇÃO PARA A REGIÃO DE ITUPIRANGA - PA**

Alda Monteiro Barbosa  
Joana D'Arc do Carmo Arouck Ferreira  
Luis Henrique Rocha Guimarães  
Manuela Mendonça de Alvarenga  
Maria Denise Ribeiro Bacelar  
Otto Marques dos Santos Neves

Presidente da República  
**Jair Messias Bolsonaro**

Ministro da Economia  
**Paulo Roberto Nunes Guedes**

Secretário Especial de Fazenda  
**Waldery Rodrigues Junior**

## **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE**

Presidente  
**Susana Cordeiro Guerra**

Diretor-Executivo  
**Fernando José de Araújo Abrantes**

### **ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES**

Diretoria de Pesquisas  
**Eduardo Luiz Gonçalves Rios Neto**

Diretoria de Geociências  
**João Bosco de Azevedo**

Diretoria de Informática  
**David Wu Tai**

Centro de Documentação e Disseminação de Informações  
**Marise Maria Ferreira (em exercício)**

Escola Nacional de Ciências Estatísticas  
**Maysa Sacramento de Magalhães**

### **UNIDADE RESPONSÁVEL**

Diretoria de Geociências  
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais  
**Luciana Mara Temponi de Oliveira**

Ministério da Economia  
**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**  
Diretoria de Geociências  
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Textos para Discussão  
Diretoria de Geociências  
n. 3

# **Metodologia de Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra em Grade de Referência Estatística de 200 m X 200 m**

**Aplicação para a região de Itupiranga - PA**



Rio de Janeiro  
2019

## **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

### **ISSN 1806-4531 Textos para Discussão. Diretoria de Geociências**

Divulga estudos desenvolvidos por técnicos do IBGE e/ou de outras instituições, bem como resultantes de consultorias e traduções consideradas relevantes para o Instituto. A série Textos para discussão está subdividida por unidade organizacional e os textos são de responsabilidade de cada área específica.

ISBN 978-85-240-4492-2

© IBGE. 2019

### **Capa**

Coordenação de *Marketing*/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

### **Impressão**

Gráfica Digital/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

### **Ficha catalográfica elaborada pela Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais do IBGE**

---

Metodologia de mapeamento da cobertura e uso da terra em grade de referência estatística de 200 m X 200 m : aplicação para a região de Itupiranga - PA / IBGE, Diretoria de Geociências. - Rio de Janeiro : IBGE, 2019.

63p. – (Textos para discussão. Diretoria de Geociências, ISSN 1806-4531 ; n. 3)

Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-240-4492-2

1. Solo. 2. Uso. 3. Mapeamento do solo. 4. Planejamento. 5. Metodologia. 6. Brasil. I. IBGE. Diretoria de Geociências. II. Série.

CDU 332.3(81)  
AMB

---

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

## Sumário

<b>Apresentação</b> .....	5
<b>1. Introdução</b> .....	7
<b>2. Objetivos</b> .....	7
<b>3. Metodologia</b> .....	8
3.1. Processamento Digital de Imagens (PDI).....	11
3.1.1. Sentinel-2.....	11
3.1.2. Instrumento sensor.....	11
3.1.3. Níveis de processamento do produto.....	13
3.1.4. A etapa metodológica de PDI.....	15
3.1.5. Geração de NDVI ( <i>Normalized Difference of Vegetation Index</i> ).....	16
3.2. Incorporação da Classificação à Grade de Referência Estatística com células de 200 m x 200.....	19
3.2.1 Geração da Grade de 200 m x 200 m.....	19
3.2.2. Generalização da classificação do NDVI.....	20
3.3. Derivação da Classificação para os Demais Níveis.....	21
3.3.1. Classificação para o Nível II.....	24
3.3.2. Classificação para o Nível III.....	26
3.4. Etapa campo.....	27
3.5. Etapa pós-campo.....	27
<b>4. Resultados</b> .....	32
4.1. Uso da Terra na Região Natural de Itupiranga em células de 200 m x 200 m.....	32
4.2. Substituição da Classe de Mosaicos.....	37
<b>5. Considerações Finais</b> .....	40
5.1. Resumo da história do uso da terra na área de estudo.....	40
5.2. Considerações sobre o uso da terra mapeado.....	41
5.3. Considerações sobre a metodologia.....	44
5.3.1 Potencial para subsidiar o aprimoramento da classe de <i>Mosaicos de Ocupação</i> .....	44
<b>Referências</b> .....	45
<b>Apêndice</b> .....	47
1 – Tabela com a descrição das classes de legenda de Cobertura e Uso da Terra utilizadas.....	49
2 – Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2.....	55



## **Apresentação**

A Diretoria de Geociências, através da Coordenação de Recursos Naturais - CREN e da Gerência de Recursos Naturais da Unidade Estadual do IBGE no Pará – GRN/PA, apresenta para discussão o texto **Metodologia de Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra em grade de referência estatística de 200 m x 200 m – Aplicação para a região de Itupiranga – PA.**

Este trabalho é fruto da necessidade do desenvolvimento de metodologias que permitam análises detalhadas das áreas onde os resultados do Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil apontem como as de as maiores e mais acentuadas dinâmicas de mudanças em cada biênio de referência do levantamento, objetivando a definição, espacialização e a quantificação dos processos de ocupação da terra.

A concepção da metodologia visou aliar técnicas automatizadas de processamento de imagens orbitais e operações em bancos de dados estruturados em SIG, de forma a configurar um modo *o mais automatizado possível* de mapeamento em escala iguais ou maiores que 1:250.000, garantindo um processo de produção moderno, e de curto prazo, aliado ao rigor da acurácia visual e de campo.

Pretende-se que o critério metodológico adotado para gerar as Classes de Uso, as quais foram devidamente aferidas e consolidadas nos trabalhos de campo realizados no decorrer do mapeamento, seja um referencial para ser utilizado em outras áreas alteradas do território brasileiro.

Espera-se ainda que sirva de referência para as discussões de aprimoramento da classificação da Cobertura e Uso da Terra no Brasil e que atenda ao desafio da identificação e diferenciação, de forma célere, precisa e automatizada em escala nacional, das classes de Uso, ou de Cobertura, nas células consideradas pelo monitoramento como de Mosaicos de Ocupação Florestal ou Campestre.

**João Bosco de Azevedo**

Diretor de Geociências



## 1. Introdução

A partir do ano de 2015 o IBGE passou a publicar bianualmente os dados do Projeto de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Da comparação dos resultados deste Projeto, é possível, além das Contas Ambientais já realizadas com as células mapeadas de 1 km<sup>2</sup>, acompanhar a dinâmica territorial das mudanças na cobertura e uso da terra no país, apontando regiões onde o uso foi mais intensivo e onde as mudanças foram drásticas.

Em consonância com a proposta de desenvolver análises mais detalhadas de áreas que apresentassem uma grande dinâmica de uso, ou que apresentassem interesse especial para o planejamento, foi-nos proposto testar uma nova metodologia, voltada ao mapeamento do Uso e Cobertura da Terra em escalas iguais ou maiores que 1:250.000 envolvendo assim desde o grau de reconhecimento até o semi-detalle (1:100.000) ou detalle (1:50.000), também em Grade, em células de 200 m x 200 m.

O presente projeto visa atender a estas demandas, como previsto do *Plano Plurianual - Projetos 2016-2019, aprimoramento do Mapeamento Temático e de Referência*; especificamente ao item 2.2.1 – *Pesquisas e Análises Geográficas e Ambientais* (IBGE, 2018, pg. 34 e 35), atribuído à Coordenação de Recursos Naturais da Diretoria de Geociências (CREN-DGC). Essa decisão visa fornecer dados e informações mais precisas, capazes de melhor subsidiar a gestão e o planejamento do desenvolvimento socioeconômico e ambiental do Brasil, bem como trazer uma possibilidade de insumo para mapeamentos com necessidade de maior precisão, a longo prazo, como o Censo Geoambiental e as Contas Ecosistêmicas.

## 2. Objetivo

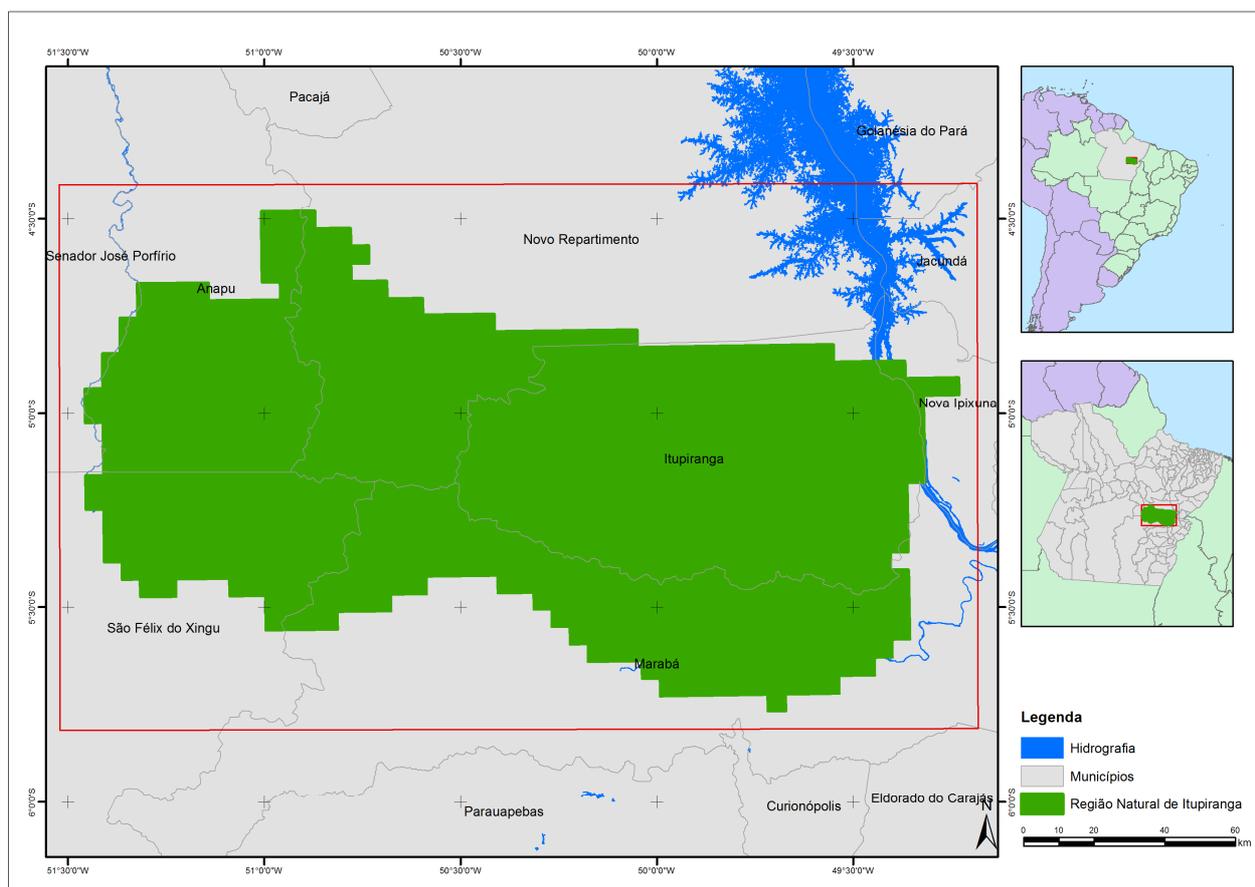
Em observância ao que foi proposto pela Coordenação de Recursos Naturais (CREN), de *testar uma metodologia para mapeamento detalhado da Cobertura e Uso da Terra de uma área com forte dinâmica de uso*, objetivou-se mapear as áreas de cobertura e uso da terra, em escala de reconhecimento, semidetalle e detalle (1:250.000 ou superior), agregadas à *Grade de Referência Estatística* de 200m x 200m, do IBGE, através de processamentos digitais de imagens orbitais de alta resolução espacial, aliados aos processamentos de bases de dados.

Outro objetivo específico é propor subsídios ao Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra Brasil, em escala 1km<sup>2</sup>, de forma a aprimorar seus resultados. Visa, adicionalmente, dar suporte aos diagnósticos e zoneamentos ecológico-econômicos, bem como facilitar a realização de análises estatísticas e contas ecosistêmicas, integradas em inúmeros recortes espaciais, respondendo às necessidades internacionais voltadas para a produção de indicadores socioeconômicos e ambientais.

### 3. Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto, foi escolhida uma área piloto, denominada “*Região Natural de Itupiranga*”, no estado do Pará, com 20.850 km<sup>2</sup>, que abrange partes dos municípios paraenses de Anapu, Itupiranga, Marabá, Novo Repartimento e São Félix do Xingu, situados na parte sudeste do estado, conforme o encarte de localização aponta, na **Figura 1**, abaixo.

**Figura 1 – Encarte de localização da Região Natural de Itupiranga**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, (2018).

Esta área foi escolhida a partir da análise da dinâmica de uso sobre uma proposta de Regionalização Ecológica apresentada por Bezerra et. al. (2017) para o Estado do Pará, que apontou a Região Natural de Itupiranga como uma das áreas com maior dinâmica e intensidade de mudanças nesta Unidade da Federação.

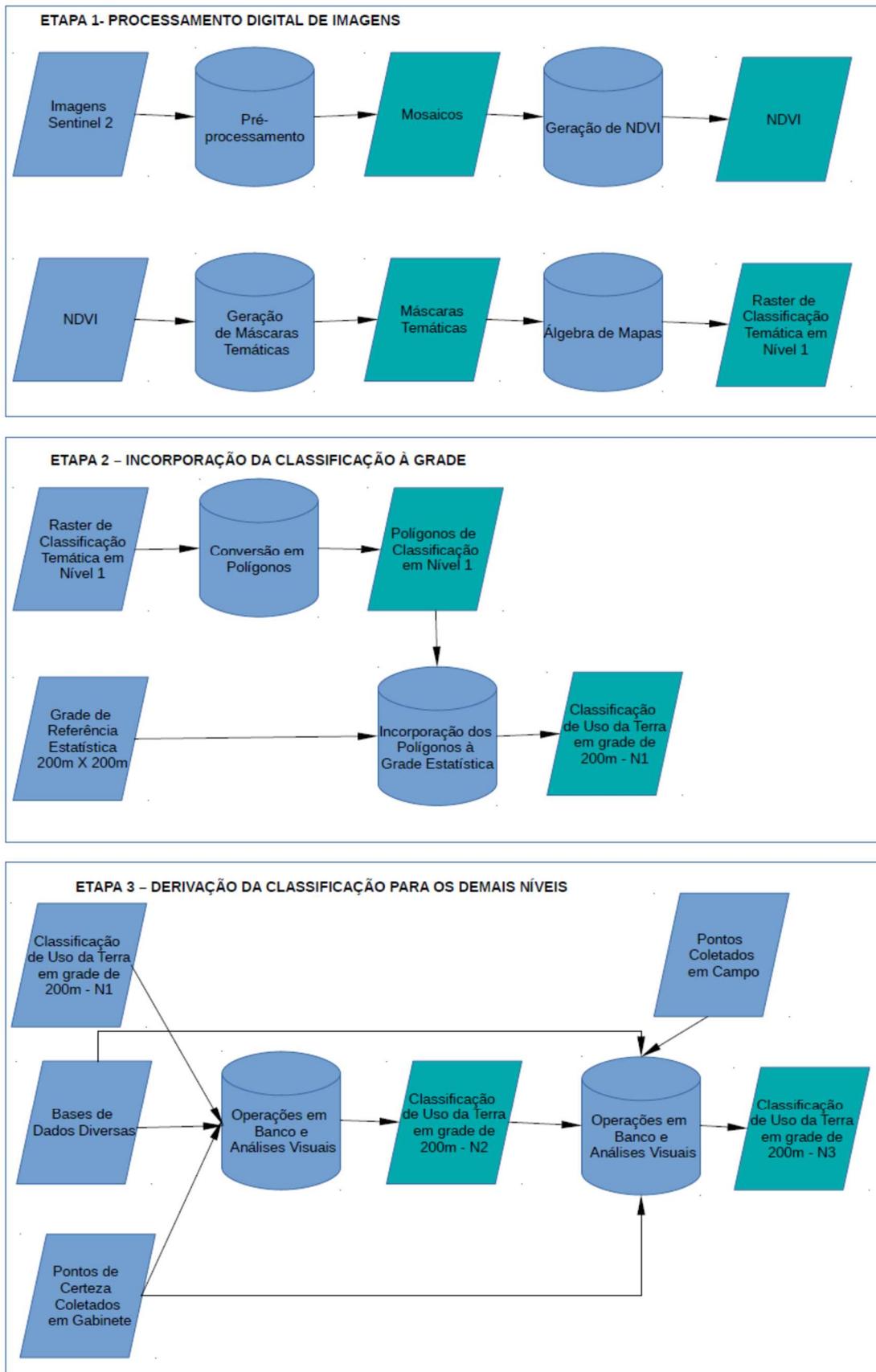
Além deste aspecto, esta região foi escolhida para a realização do teste piloto também por se enquadrar em outros critérios operacionais, como: acesso, facilidade de aquisição de cenas, contatos com agências do IBGE na região.

O estudo foi desenvolvido para o período entre setembro de 2017 e setembro de 2018, seguindo o calendário agrícola determinado para as pesquisas agropecuárias do IBGE, e realizado em três etapas. Quais sejam:

- A primeira etapa consistiu na aplicação de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) em imagens orbitais do sensor óptico *MultiSpectralInstrument(MSI)* do satélite **Sentinel-2**, lançado pela Agência Espacial Europeia (ESA).
- A segunda etapa consistiu na conversão da matriz gerada na etapa 1 em vetor, e posteriormente, na incorporação desse vetor à *Grade de Referência Estatística (GRE)*. Com essa etapa, obteve-se a classificação temática em **Nível I**.
- A terceira etapa consistiu na definição das classes de legenda de **Nível II e III**, de forma semiautomática, sendo cada classe avaliada individualmente, a partir de diferentes bases de dados em consonância com a *expertise* da equipe na fotointerpretação de classes de uso. As classes discriminadas nesta etapa foram posteriormente validadas segundo as observações de campo.

As referidas etapas do trabalho estão sistematizadas na **Figura 2** e detalhadas abaixo.

**Figura 2: Fluxograma de processos realizados**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, (2018).

### 3.1.Processamento Digital de Imagens – PDI

Por ser o tema da proposta deste trabalho um detalhamento de monitoramento de uso da terra, o que implica na utilização de imagens de alta resolução espacial, optou-se pela utilização das imagens fornecidas pela missão **Sentinel-2** do **Programa Copernicus**, cujas especificações e características serão melhor descritas nas seções seguintes, buscando esclarecer os motivos que levaram à escolha deste produto no sentido de melhor atender aos objetivos deste trabalho. Serão abordados desde a importância e aspectos gerais da missão SENTINEL, características do satélite, sensor, bandas espectrais, procedimentos e níveis de pré-processamento dos produtos e a possibilidade de contribuições futuras para os mapeamentos que necessitem de um escalonamento de detalhe para os trabalhos de uso e cobertura da terra.

#### 3.1.1. Sentinel-2

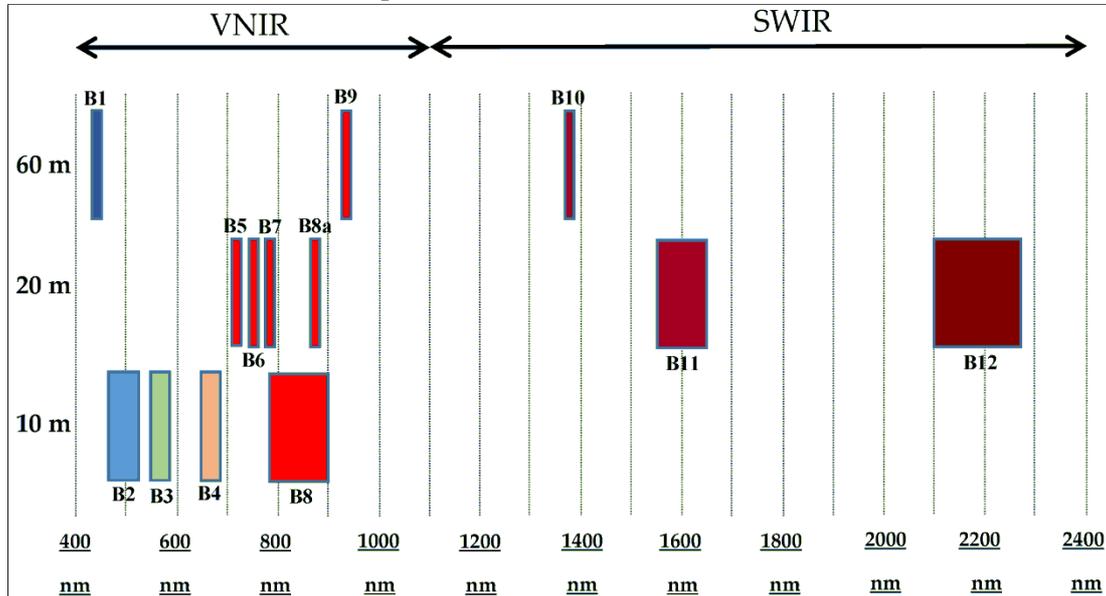
A missão Copernicus Sentinel-2 fornece suporte a quatro serviços essenciais do Programa Copernicus, que são: monitoramento terrestre, gestão de emergências, segurança e mudanças climáticas, além de aplicações temáticas associadas. O Sentinel-2 compreende uma constelação de satélites gêmeos, distanciados entre si em 180°, de órbita polar colocados na mesma órbita sincronizada com o Sol (heliossíncrona). O conjunto monitora a variabilidade nas condições da superfície da Terra, com uma faixa larga de imageamento (290 km) e alta resolução temporal (tempo de revisitação de 10 dias na região equatorial com um dos satélites e 5 dias com os dois satélites sob condições de ausência de nebulosidade, o que resulta em 2-3 dias de revisitação nas regiões de latitudes médias). Os limites de cobertura de imageamento estão compreendidos entre as latitudes 56 ° Sul e 84 ° Norte (ESA, 2019).

#### 3.1.2. Instrumento sensor

Cada satélite carrega uma carga útil única, o *Multi-Spectral Instrument* (MSI), o qual é o instrumento sensor com 13 bandas espectrais: quatro bandas com 10 metros de resolução espacial, seis bandas com 20 metros e três bandas com 60 metros. A distribuição das 13 bandas MSI no Espectro Eletromagnético por resolução espacial de 10 m, 20 m e 60 m podem ser visualizadas na **Figura 3** e na **Figura 4**. As bandas de maior resolução espacial (10 m) se encontram distribuídas na faixa “VNIR” (V+NIR) que correspondem à faixa do visível (*Visible* - V) e do infravermelho próximo (*NearInfrared* - NIR). Também nesta faixa se situam quatro bandas de resolução de 20m. São bandas estreitas na faixa de fronteira do vermelho para o infravermelho próximo cuja aplicação permite a avaliação do estresse de umidade da vegetação. O sensor conta também com duas bandas de resolução espacial de 60 m, na faixa do infravermelho de ondas curtas (*Short WaveInfrared* - SWIR) para aplicação de detecção de nuvens e correções atmosféricas (443 nm para aerossóis, 945

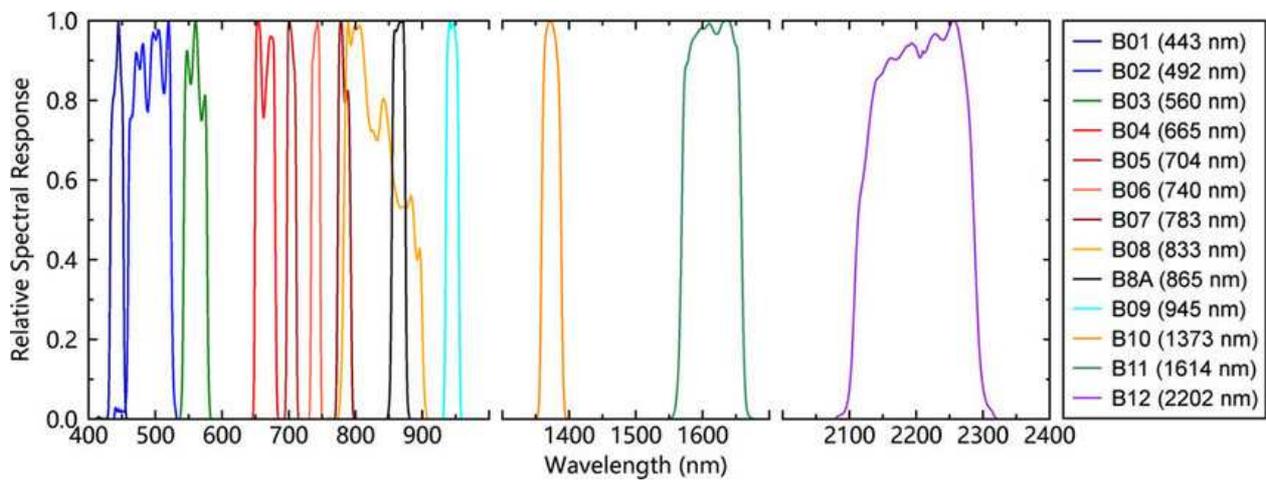
nm para vapor de água e 1375 nm para detecção de cirros). As correspondência das Bandas MSI com as bandas espectrais do Landsat 7 (ETM+) e Landsat 8 (OLI) podem ser vistas na **Figura5**.

**Figura 3 – Bandas espectrais MSI vs. resolução espacial, com as correspondentes faixas espectrais por comprimento de onda (em nanômetros)**



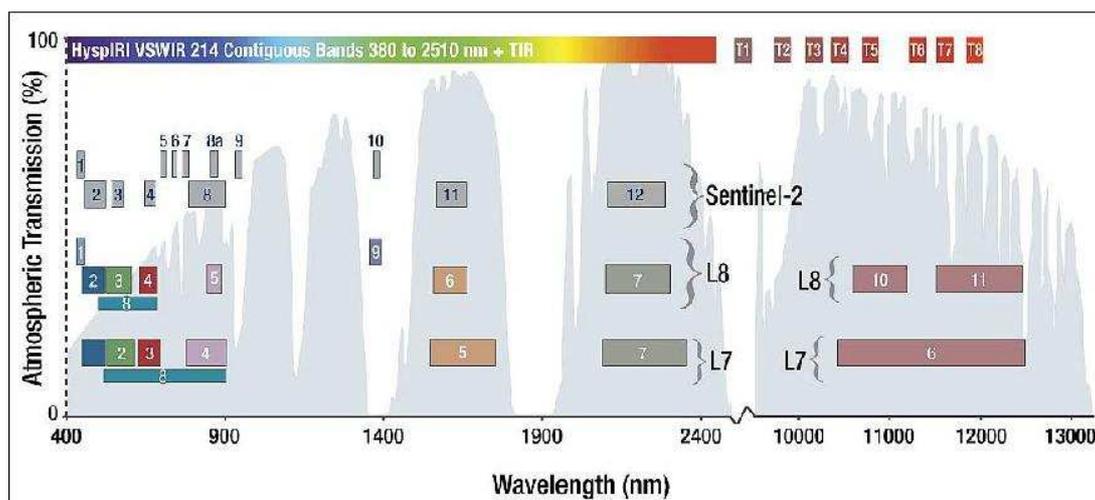
Fonte: ESA (2019).

**Figura 4- Resposta espectral relativa das Bandas MSI por comprimento de onda (em nanômetro)**



Fonte: ESA (2019).

**Figura 5 – Comparativo de bandas espectrais SENTINEL-2 e séries LANDSAT 7 e 8**



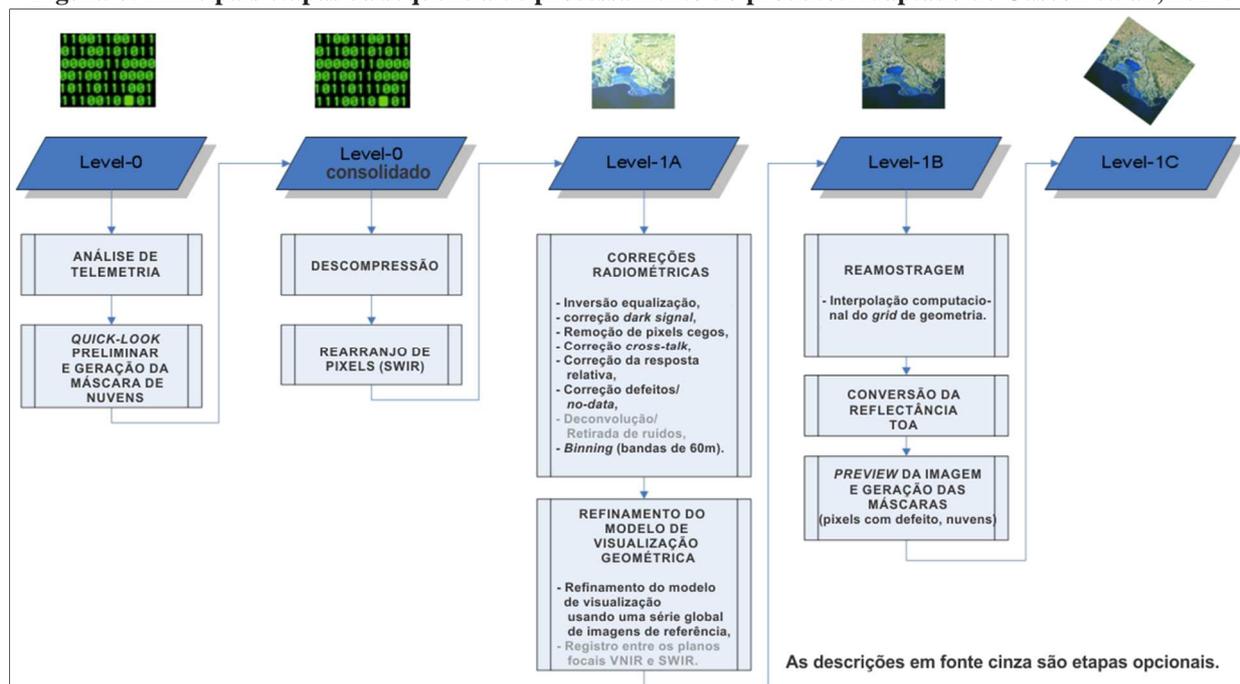
Fonte: ESA (2019).

### 3.1.3. Níveis de processamento do produto

Os produtos do SENTINEL são uma compilação de “grânulos” elementares de tamanho fixo, dentro de uma única órbita. Um **grânulo** é a partição indivisível mínima de um produto que contém todas as bandas espectrais possíveis (ESA, 2019).

Os níveis de tratamento (*Level*) são agrupados em 0 a 2, podendo apresentar subdivisões A, B e C, de acordo com a especificidade do processamento. A **Figura 6** mostra os níveis de processamento dos produtos Sentinel-2 do Level 0 ao 1C. Convém ressaltar que todos os dados adquiridos pelo sensor MSI são sistematicamente processados para o Level-1C através do Segmento Terrestre de Dados da Carga Útil (*Payload Data Ground Segment - PDGS*), sendo que somente as imagens em Nível 1C e 2A são disponibilizadas para acesso aos usuários.

Figura 6: Principais etapas da sequência de processamento do produto. Adaptado de Gascon et. al., 2017.



Fonte: ESA (2019).

### Nível 1C (Level-1C)

O produto Level-1C resulta do uso de um Modelo Digital de Elevação (DEM) para projetar a imagem em geometria cartográfica. Medições radiométricas por pixel são fornecidas em refletâncias no topo da atmosfera (TOA), juntamente com os parâmetros para transformá-las em radiâncias. Os produtos de Nível 1C são reamostrados com uma Distância de Amostragem de Solo (*Ground Sampling Distance - GSD*) constante de 10m, 20m e 60 m, dependendo da resolução nativa das diferentes bandas espectrais. No *Level-1C*, as coordenadas referem-se ao canto superior esquerdo do pixel. Os produtos de Nível 1C incluirão adicionalmente os dados terra/água, máscaras de nuvem e dados do ECMWF (coluna de ozônio total, coluna de vapor d'água total e pressão média ao nível do mar) (ESA, 2019).

### Nível 2A (Level-2A)

O produto Nível-2A fornece imagens de refletância de superfície (*Bottom Of Atmosphere - BOA*) derivadas das associações de produtos Level-1C. Os produtos de nível 2A não são sistematicamente gerados no segmento de solo. A geração pode ser executada pelo próprio usuário através da caixa de ferramentas (*Toolbox*) do Sentinel-2 usando como entrada o produto Level-1C associado (Quadro 1). Para os produtos ortorretificados (*Level-1C* e *Level-2A*), a imagem é dividida em quadrículas (*tiles*) de 100km x 100km, na projeção UTM/WGS84 (ESA, 2019).

**Quadro 1 – Quadro sinóptico das características dos produtos Level-1C e Level-2A**

Nome	Descrição do Nível	Produção e Distribuição	Volume de Dados
Level-1C	Reflectâncias de Alta Atmosfera ( <i>Top-of-atmosphere</i> ) em geometria cartográfica	Geração sistemática e distribuição <i>on-line</i>	Aproximadamente 600 MB cada “grânulo” (quadrícula de 100 km x 100 km)
Level-2A	Reflectâncias de Superfície ( <i>Bottom-of-atmosphere</i> ) em geometria cartográfica	Geração sistemática e distribuição <i>on-line</i> ; geração feita pelo usuário usando a <i>Toolbox</i> do Sentinel-2	Aproximadamente 800 MB cada “grânulo” (quadrícula de 100 km x 100 km)

Fonte: Adaptado de *UserGuide Sentinel-2 MSI* (ESA, 2019)

### 3.1.4. A etapa metodológica de PDI

A etapa metodológica de PDI iniciou-se com a aquisição das quadrículas (*tiles*) dos produtos do Sentinel-2, *Level 1C*, baixadas do portal *Copernicus Open Access Hub*, da página da ESA, que abrangiam a área de interesse, nas datas de passagem de imageamento pelo satélite conforme constam no **Quadro 2**.

**Quadro 2 – Quadrícula (*Tile*) Sentinel-2 e datas de imageamento utilizadas para o mapeamento da cobertura e uso da terra da Região Natural de Itupiranga - 2017**

<i>Tile</i>	Data de aquisição
22MDA	28/07/2017
22MDV	20/08/2017
22MDU	20/08/2017
22MEA	20/07/2017 e 13/07/2017
22MEV	30/06/2017 e 31/07/2017
22MEU	20/07/2017 e 20/08/2017
22MFV	20/07/2017
22MFU	20/07/2017

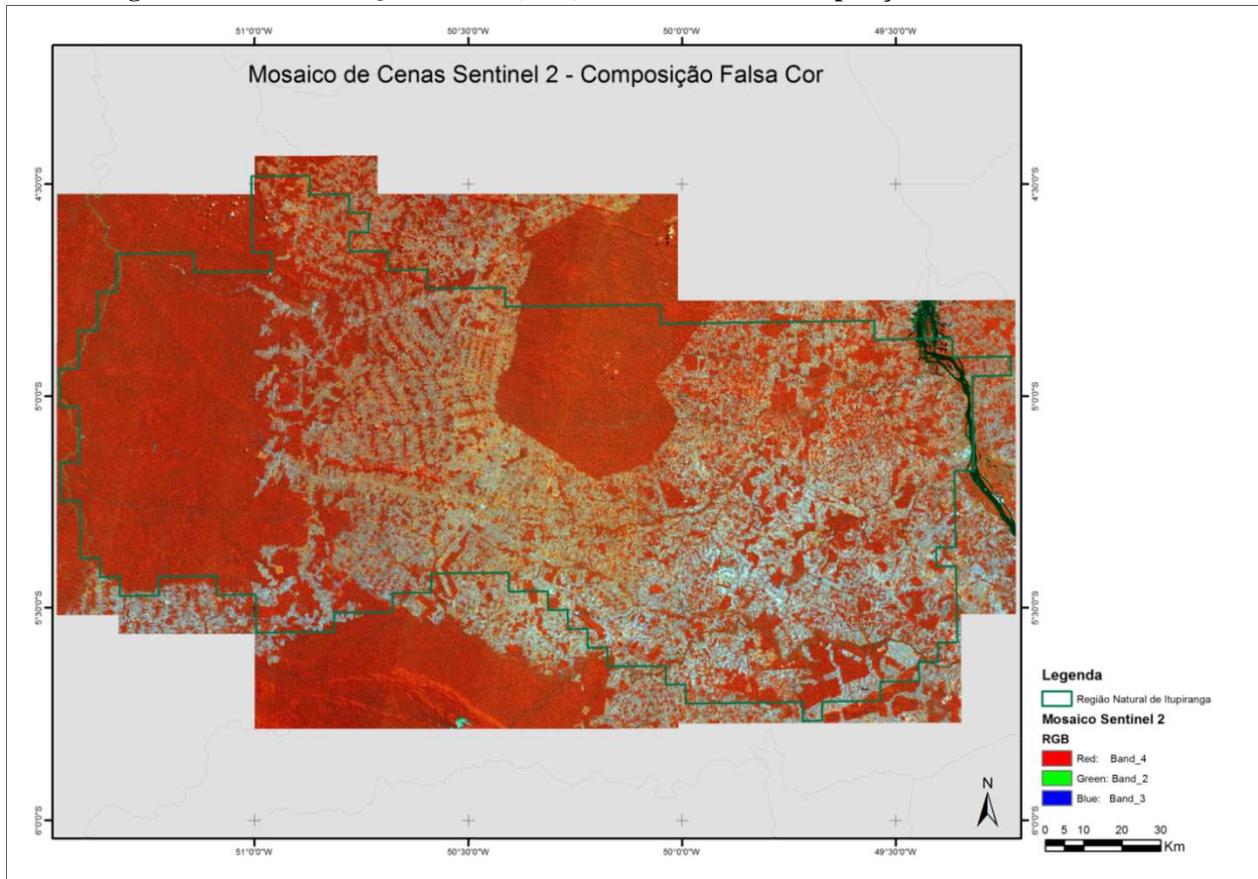
Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, (2018).

Além das etapas de pré-processamento, já descritas no item 3.14, foram necessários ainda alguns procedimentos para que as quadrículas baixadas pudessem atender as demandas de interpretação e de validação de campo das classes de uso utilizadas no detalhamento da área. Esses procedimentos foram inteiramente realizados no ambiente de PDI do SNAP (*SentinelApplication Platform*), o qual consiste em uma plataforma (também elaborada e fornecida pela Agência Espacial Europeia) de ferramentas com especificações voltadas ao processamento de imagens **Sentinel-2**.

Os procedimentos foram, respectivamente, a **reamostragem**, que possibilitou que as diferentes resoluções espaciais (10m, 20m e 60m) das diferentes bandas (2, 3, 4 e 8), ficassem

padronizadas em uma resolução de 10m; o *subset*, que efetuou o recorte das duas cenas já citadas em um retângulo envolvente à área de interesse; e o *mosaico* entre as cenas envolvidas, gerando o produto exibido na **Figura 7**, abaixo.

**Figura 7 – Mosaico de Quadrículas (Tiles) do Sentinel-2 em composição Falsa Cor – RGB832**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, (2018).

### 3.1.5. Geração de NDVI (*NormalizedDifferenceofVegetation Index*)

O monitoramento da cobertura vegetal da Terra, através de sensoriamento remoto, envolve diversos *índices espectrais* de vegetação, que representam medidas radiométricas mais precisas das variações espaciais e temporais da atividade fotossintética (Shimabukuro *et al.*, 1998). Esses índices estão relacionados a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, que influenciam a resposta espectral das bandas dos sensores. Neste trabalho, optou-se por utilizar o NDVI (*NormalizedDifferenceofVegetation Index*), por se tratar do *índice de vegetação mais utilizado nas análises de alvos de vegetação e na avaliação de mudanças na paisagem*.

A partir do mosaico obtido na etapa anterior, foi processado o NDVI através de uma operação entre bandas espectrais, caracterizada pela diferença entre a banda do Infravermelho próximo (IVP) e a do Vermelho (V) dividida pelo somatório entre as mesmas bandas, como demonstrado na **Equação 1** (Jensen, 2010).

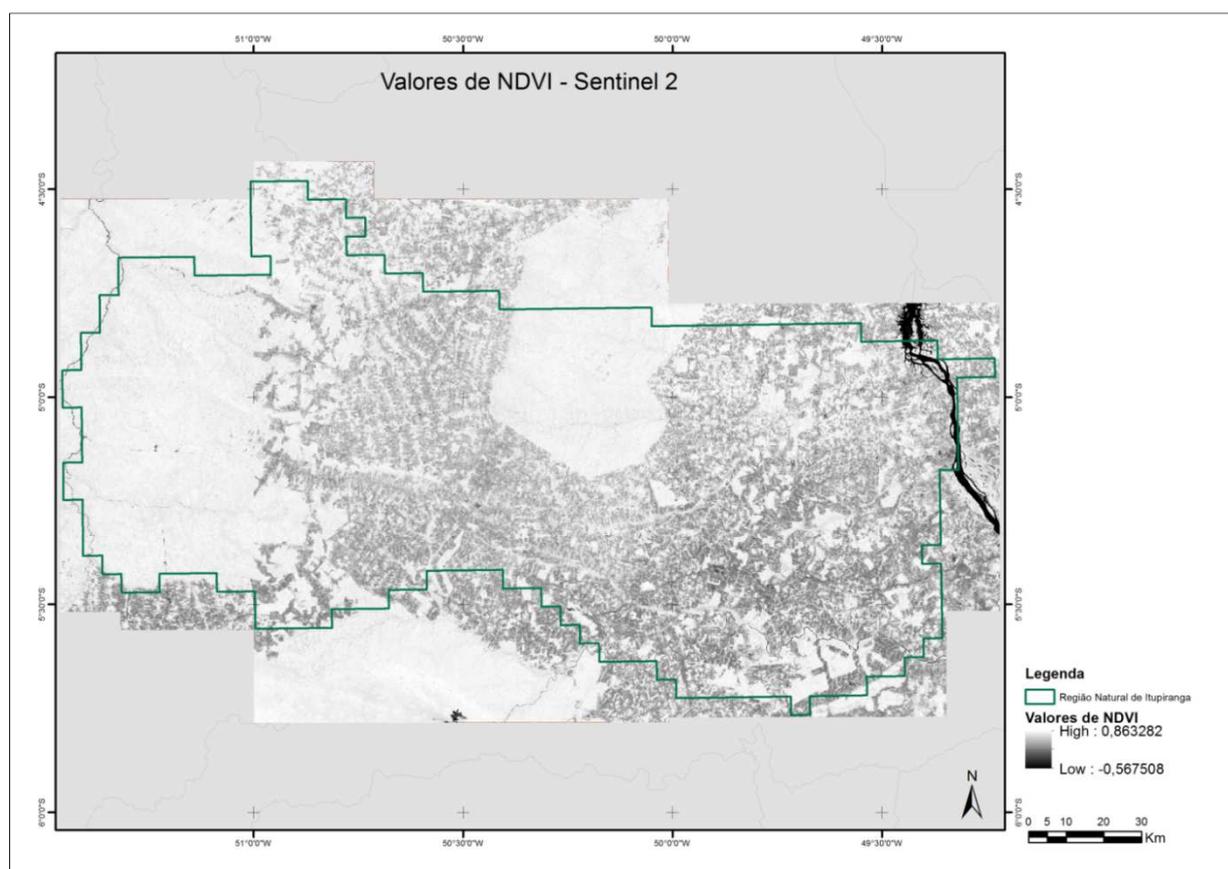
### Equação 1 – NDVI

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$$

Onde: NDVI é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada  
IVP = banda do *infravermelho próximo* e V = banda do *vermelho*

O cálculo da razão entre bandas NDVI gera uma imagem normalizada em que a vegetação vigorosa é destacada por refletir maior porcentagem do infravermelho, enquanto a menos vigorosa reflete maior porcentagem do vermelho (Novo, 2005). Essa operação serviu também para equalizar o mosaico de cenas, uma vez que um mesmo tipo de alvo pode apresentar grande variação no intervalo dos valores digitais de nível de cinza entre diferentes cenas ou “tiles”, em função da diferença temporal entre as datas de passagem do imageamento feito pelo satélite. A imagem normalizada produzida através da operação de NDVI gera pixels com valores que variam no intervalo entre [-1 e 1].

Figura 8 – Mosaico de cenas Sentinel-2 da Região Natural de Itupiranga com NDVI



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, (2018).

Nesta etapa foram realizadas, sobre os valores encontrados de NDVI, várias análises exploratórias de leitura de pixel amostradas do mosaico, com a finalidade de avaliar o intervalo de variação para cada classe específica de interesse. A partir destas análises foi possível definir quatro intervalos, sendo cada qual correspondente a uma classe preliminar de interesse, a saber: água, vegetação, terras cultivadas e solo exposto. As classes preliminares de interesse e seus respectivos intervalos de NDVI se encontram no **Quadro 3**.

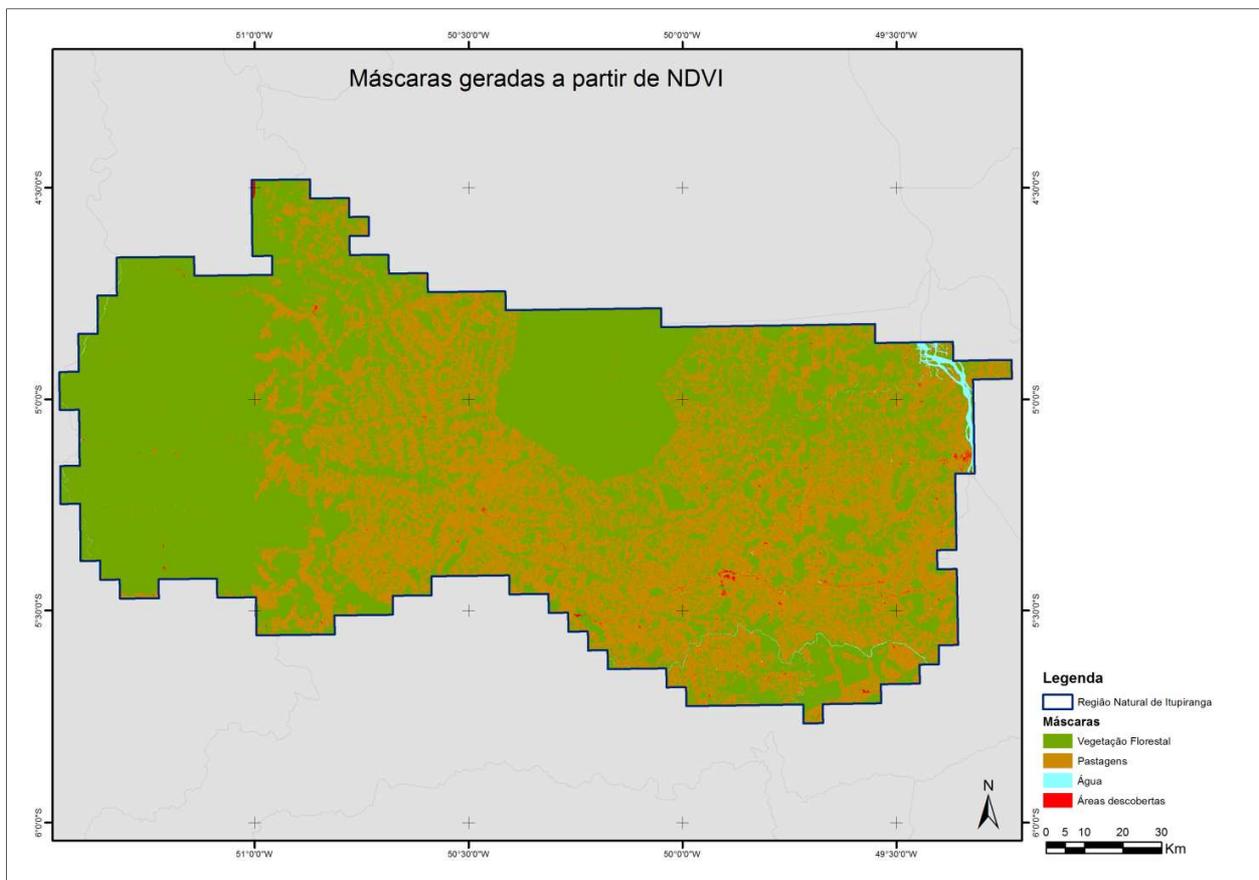
**Quadro 3: Relação das classes preliminares com seus intervalos de valores de NDVI**

Água (3)	Vegetação (1)	Terras Cultivadas (2)	Solo Exposto (4)
NDVI < 0	NDVI ≥ 0.65	0.21 ≤ NDVI ≤ 0.65	0.0 ≤ NDVI ≤ 0.21

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, (2018).

Com esses intervalos foi possível gerar máscaras correspondentes a cada classe, as quais foram unificadas através de álgebra de mapas, dando origem a um **raster classificado** preliminar. Ao *raster* contendo as classes acima relacionadas foi aplicado um *Filtro de Mediana 3x3*, a fim de minimizar os “ruídos” de classificação.

**Figura 9 - Raster classificado com máscaras a partir de intervalos de valores NDVI da Região Natural de Itupiranga**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, (2018).

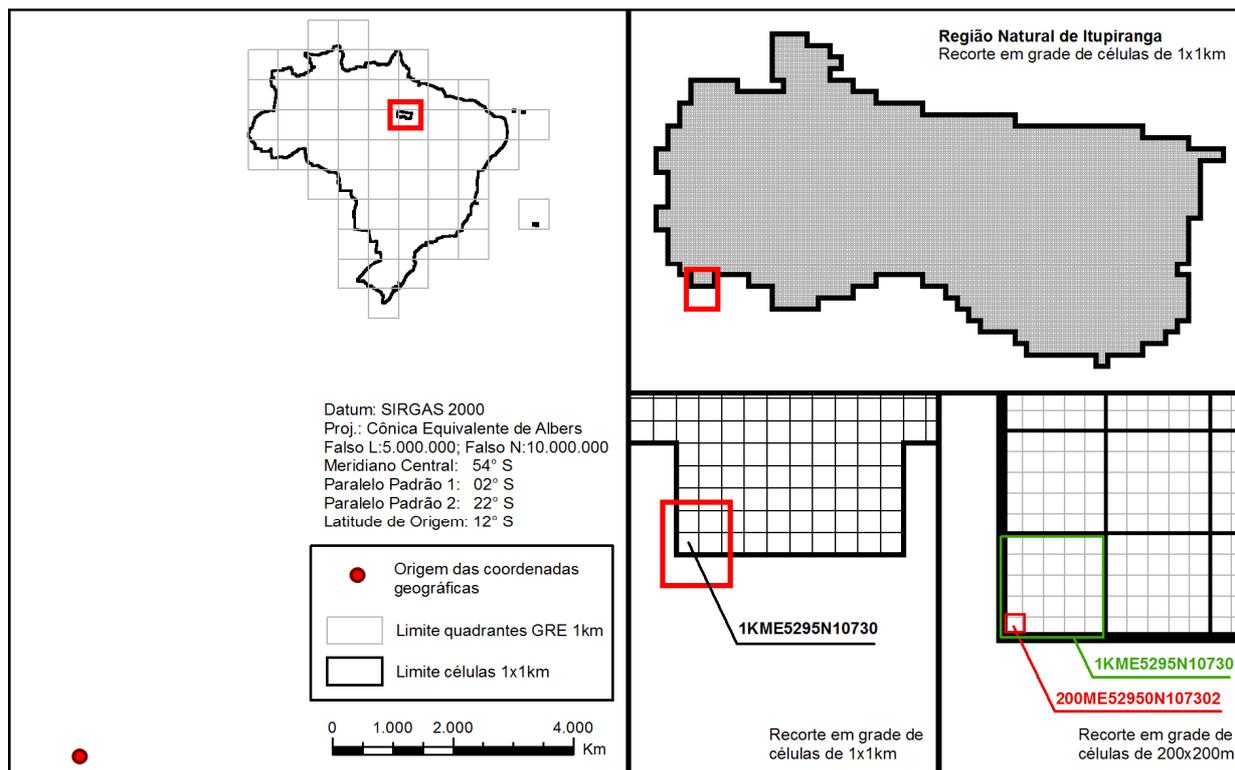
## **3.2.Incorporação da Classificação à Grade de Referência Estatística com células de 200m x 200m**

### **3.2.1 Geração da Grade de 200m x 200m**

A Grade de Referência Estatística - GRE é composta por células de 1km x 1km, em áreas rurais, e de 200m x 200m, em áreas urbanas (IBGE, 2016). Uma vez que a área de estudo escolhida para o desenvolvimento da metodologia de mapeamento em semidetalhe encontra-se em área rural, a GRE está disponível somente em células de 1km x 1km. Portanto, foi necessário gerar uma grade com células de 200m x 200m para a área de estudo, com o objetivo de ser o objeto espacial que se tornará o produto final a ser entregue em ambiente de produção digital. Este objeto gerado consiste em uma estrutura computacional vetorial do tipo polígono (células) cuja unidade espacial apresenta dimensões de 200m x 200m.

Para a geração de uma nova GRE foi realizada a coleta de coordenadas extremas da GRE de 1km<sup>2</sup> para estabelecer as coordenadas geográficas de origem do sistema de contagem que gera a nomenclatura das células. A partir das coordenadas geográficas de origem foram estabelecidos os limites nas direções cardeais (N, S, L e O) da geração de grade de células com dimensões de 200m x 200m com base no Datum SIRGAS 2000 e projeção Cônica Equivalente de Albers. Após a geração da GRE de 200m x 200m foram removidas as células que não faziam interseção com o limite da Região Natural de Itupiranga (**Figura 10**). Em seguida foram realizadas operações de banco de dados que permitiram a automação de nomenclatura do mesmo padrão adotado na GRE 1km<sup>2</sup>. Cada célula é identificada de forma distinta pela posição métrica do vértice superior esquerdo, sendo esta calculada através da razão entre a posição do centróide da célula subtraído de 100 (para eixo X) ou somado a 100 (para eixo Y) e o número 100.

**Figura 10: Geração da GRE com células de 200m x 200m com padrão de nomenclatura posicional**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

Anomenclatura da célula é formada pela seguinte sequência:

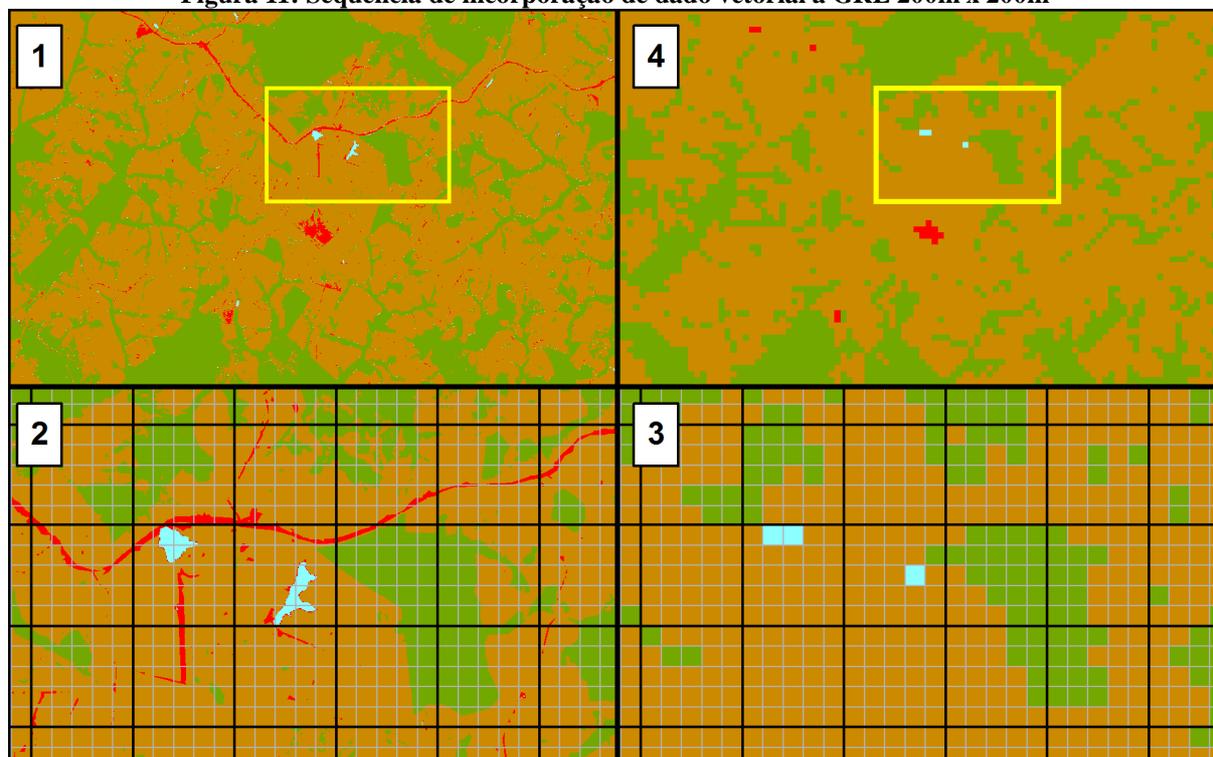
DDDUXXXXXXXXNYYYYYY  
D: Dimensão da célula  
U: Unidade da dimensão da célula (M-Metro/KM-Quilômetro)  
E: Letra constante de coordenada Este  
X: Coordenada Este ou eixo X (dividida por 100) com 5 dígitos  
N: Letra constante de coordenada Norte  
Y: Coordenada Norte ou eixo Y (dividida por 100) com 6 dígitos

### 3.2.2. Generalização da classificação do NDVI

Após a geração de máscaras a partir dos intervalos de NDVI pelo software de PDI SNAP e exportação em arquivo de formato TIFF, em ambiente ArcGIS, a informação espacial foi convertida da estrutura computacional matricial (*raster*) para vetorial do tipo poligonal dentro de um Banco de Dados Geográfico formato GDB (Geodatabase) (Ver passo 1 da **Figura 11**). Na sequência, foi realizado o desmembramento de feições não contínuas de forma a individualizar as feições antes agrupadas por classe. Em seguida foi realizada uma junção espacial por máxima sobreposição utilizando as informações mapeadas convertidas para vetor como fonte de análise e a GRE com células de 200m x 200m como unidade espacial de destino (Ver passo 2 da **Figura 11**). Esse procedimento consiste em analisar a participação da interseção de cada feição mapeada na fonte de análise em cada célula sobreposta, de forma a considerar a maior soma de área de participação de

determinada classe como predominante na respectiva célula. No passo 3 da **Figura 11**, temos as células de 200m x 200m já com o valor incorporado de suas respectivas classes. No passo 4, temos um comparativo do mapa, agora em células, com relação ao dado original, na mesma escala do passo 1. Nota-se que feições como estradas perdem predominância na classificação final em células.

**Figura 11: Sequência de incorporação de dado vetorial à GRE 200m x 200m**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

A classe “Solo Exposto”, com o valor “(4)”, engloba áreas diversas, denominadas, ao final dessa etapa, de: Áreas Antrópicas Não agrícolas (4); Áreas Descobertas (5); e Terras Cultivadas (2). Uma separação dessas classes, via interpretação visual, e com a ajuda de insumo dos Setores Censitários do IBGE (referente às Áreas Antrópicas Não agrícolas), foi realizada para produzir o mapeamento com as cinco Classes de Nível I, quais sejam:

- 1. Terras com Cobertura Natural
- 2. Terras Cultivadas
- 3. Corpos Água
- 4. Áreas antrópicas Não agrícolas
- 5. Áreas Descobertas

### 3.3. Derivação da Classificação para os Demais Níveis

A classificação de uso da terra obtida através dos métodos anteriormente descritos serviu de base para derivação nos níveis seguintes. Para isso, diferentes *bases de informação* e processamentos foram utilizados. As bases de informação estão relacionadas a seguir:

- Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2018),
- Bases Territoriais Municipais do IBGE (banco de dados, 2017),
- SIGMine (DNPM, 2018),
- TerraClass (INPE, 2018),
- PRODES (INPE, 2018),
- Mapbiomas (2018),
- Base Cartográfica Contínua 1:250.000 do IBGE (banco de dados, 2017).
- SIDRA (IBGE, 2018)

Foi feita uma longa discussão interna a respeito de uma proposta de classificação para Níveis de Detalhamento, partindo do Manual de Uso da Terra (IBGE, 2013) e buscando dialogar com a nova proposta da equipe de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra (IBGE, 2015) em células de 1 km<sup>2</sup>, que buscou uma harmonização das classes com outros órgãos, mas somente para sua escala de mapeamento (aqui chamada Nível I). A presente proposta é uma tentativa preliminar, aberta a discussão.

Essa etapa foi realizada em dois momentos distintos, sendo o primeiro ocorrido antes do trabalho de campo e o segundo, posteriormente à viagem de campo. Ao final do primeiro momento se chegou à classificação do Nível II e, ao final do segundo momento, se alcançou a classificação do Nível III. Abaixo, apresentamos as Classes de Legenda conforme estabelecidas do Nível I ao III do presente mapeamento.

**Figura 12: Fluxograma com as classes de legenda do Nível I ao Nível III**

(Continua)

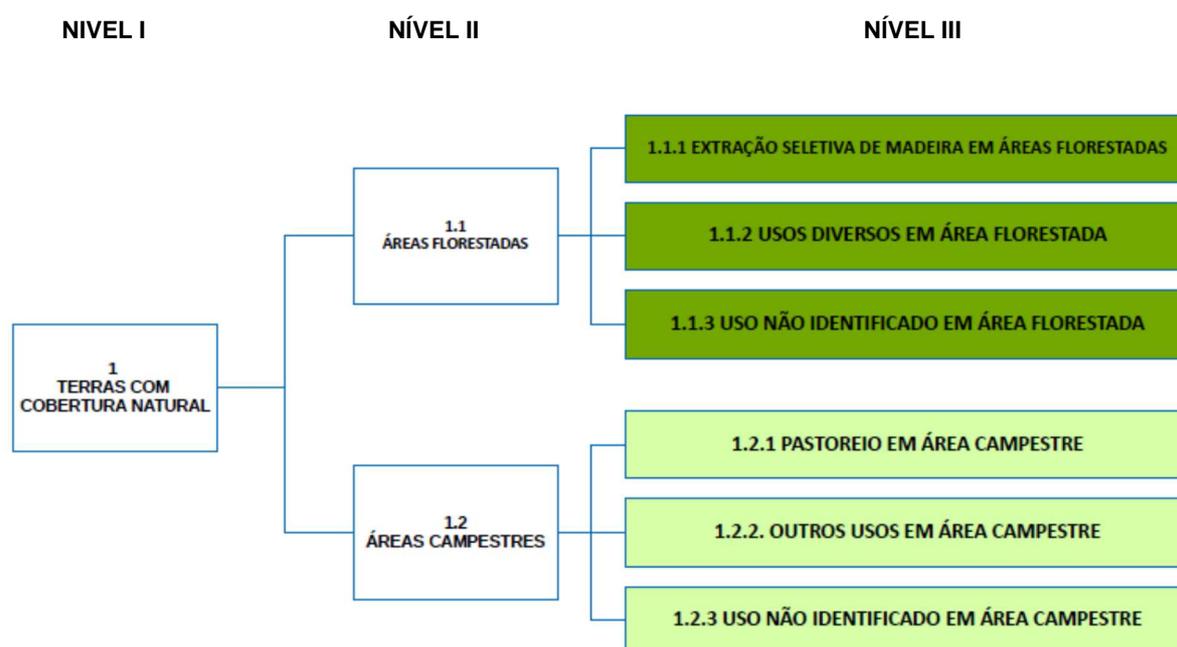


Figura 12: Fluxograma com as classes de legenda do Nível I ao Nível III

(Continuação)

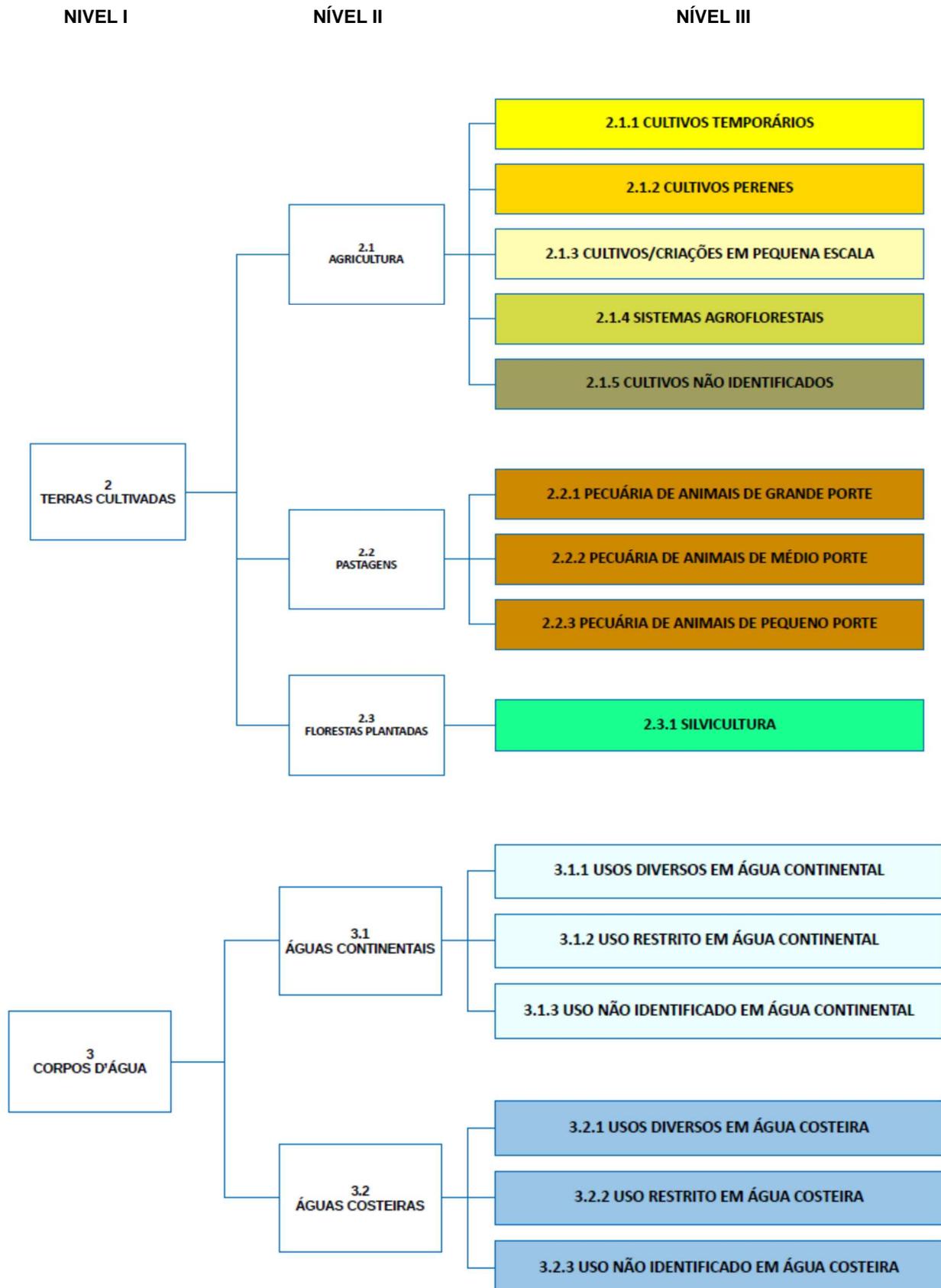
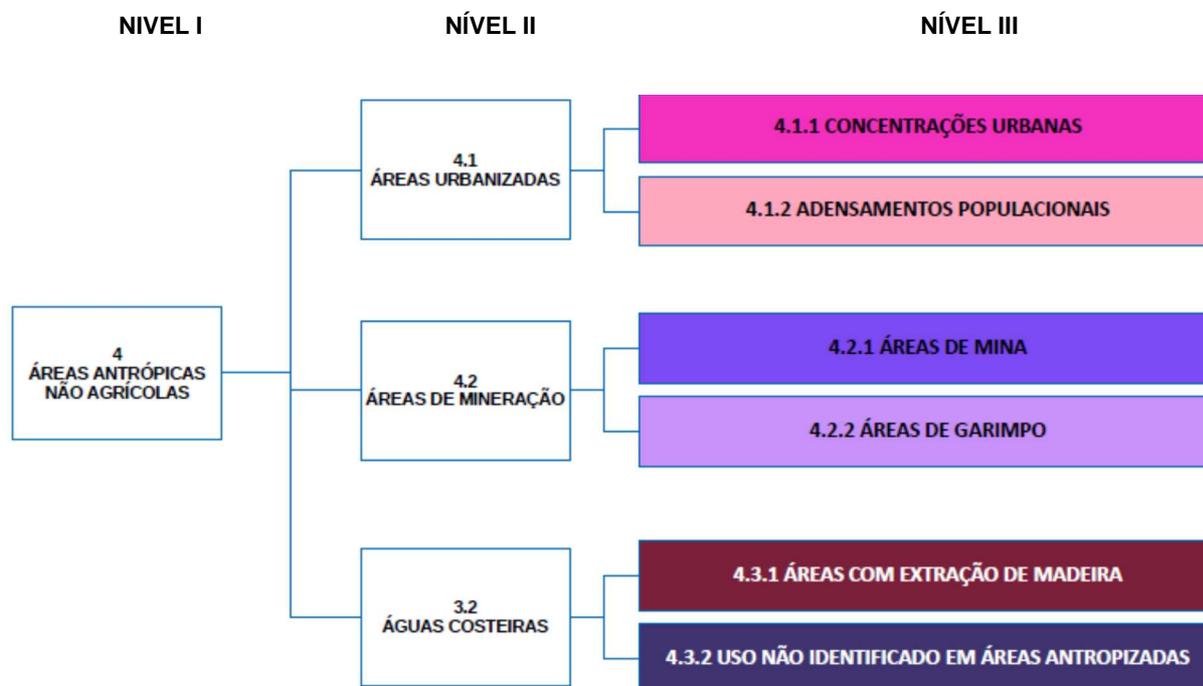


Figura 12: Fluxograma com as classes de legenda do Nível I ao Nível III

(Conclusão)



Antes do campo, ainda em gabinete, foi feita a coleta de 250 “pontos de certeza” cobrindo a área de estudo. Esses pontos foram coletados visando contemplar as classes nos três níveis trabalhados, com o objetivo de servirem tanto para a validação do produto, quanto para orientar as derivações das classes. A coleta de pontos se baseou no mosaico de imagens Sentinel-2, que serviu de insumo à classificação em nível I, porém, as referidas *bases de dados* também foram utilizadas como apoio à coleta, bem como a ferramenta Google Earth, que permite uma rápida navegação visual a partir de imagens orbitais de alta resolução.

### 3.3.1. Classificação para o Nível II

Para a classificação do Nível II, foi necessário analisar caso a caso, pois esse nível “traduz uma escala de detalhe mais regional onde nem todas as categorias podem ser interpretadas com igual confiabilidade somente a partir de dados do sensoriamento remoto, sendo necessário utilizar dados complementares, bem como observação de campo” (IBGE, 2013). Nesse sentido, foi feito um estudo da área, com auxílio de dados estatísticos e a experiência prévia dos intérpretes.

É importante frisar que qualquer inserção de classe no Nível II implica em uma revisão do Nível I, pois a classificação do Nível II provém de um detalhamento derivado da classificação do

Nível I. Dessa forma, caso uma célula seja classificada como Nível II, por exemplo: 2.2. - *Pastagem*, necessariamente o Nível I deve ter o valor 2 – *Terras Cultivadas*, e assim por diante.

Na área de estudo Região Natural de Itupiranga, foram *identificadas* as seguintes classes no Nível II:

- 1.1. Florestal
- 2.1. Agricultura
- 2.2. Pastagem
- 2.3. Silvicultura
- 3.1. Continental
- 4.1. Áreas Urbanizadas
- 4.2. Áreas De Mineração
- 4.3. Outras Áreas Antrópicas não Agrícolas
- 5.1. Praias, Dunas e Bancos de areia
- 5.2. Afloramentos Rochosos

Os procedimentos realizados para cada classe estão descritos a seguir:

1) Para definir as áreas cujo **Nível I** era **1. Terras com cobertura natural**, foi sobreposto o *Mapa de Vegetação do IBGE* (IBGE, 1997 – 2017) e, a partir da Fitofisionomia pré-definida, definiu-se a área como: *1.1. Florestal* ou *1.2. Campestre*, conforme determinado na metodologia para a classificação para o *Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra* (IBGE, 2015). Toda a *Região Natural de Itupiranga* está inserida em áreas de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta. Dessa forma, foi feita uma seleção na tabela de atributos da grade, e todas as células que pertenciam à classe 1 no Nível I se tornaram **1.1. Cobertura Florestal** no Nível II.

2) Para a delimitação das áreas cujo **Nível I** era **2. Terras Cultivadas**, primeiramente, foi extraída a classe mais abundante na Região **2.2. Pastagem**. No aplicativo SNAP foi feita uma máscara com NDVI entre 0.21 e 0.40, que evidenciou um tipo de pasto com bom manejo e corte, a exemplo do definido por *Pasto Limpo* no TerraClass. Gerou-se um dado vetorial a partir da máscara e, no *software* QGIS, atualizou-se o Nível II, da tabela de atributos, por interseção na Grade.

Sobraram, então, 43.207 células classificadas como *Terras Cultivadas* no Nível I, mas que permaneciam sem legenda no Nível II. Para filtrar ainda mais o escopo de interpretação visual, foi feita uma sobreposição das células de 1 km<sup>2</sup> do *Mapa de Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra de 2014*, e foram chamadas de **2.2. Pastagem**, todas as células que ainda estavam sem valor, mas que eram da classe de pastagem no mapeamento de 2014. Sobraram, então, 10.340 células, que foram submetidas a uma interpretação visual, realizada em aproximadamente uma semana. Nessa

interpretação, foram atribuídas as classes **2.1. Agricultura**, **2.3. Silvicultura**, ou mesmo **2.2. Pastagem**.

3) Toda classe à qual foi atribuído, no **Nível I** o valor **3. Água**, foi automaticamente incorporada ao **Nível II** como **3.1 Água Continental**, na tabela de atributos, em decorrência da localização da região selecionada.

4) Na Região Natural de Itupiranga, foram encontradas, para as áreas de **Nível I** com a legenda **4. Áreas Antrópicas não Agrícolas**, as duas áreas de **Nível II**: Áreas urbanizadas e áreas de mineração. As **Áreas urbanizadas (4.1)** foram demarcadas com ajuda do insumo da Base Territorial; conseqüentemente, as **Áreas de Mineração (4.2)** foram classificadas, nesse momento, como todas aquelas da Classe 4 no **Nível I** que não se enquadravam como **Áreas Urbanizadas**.

5) Para aquelas áreas que foram classificadas como **5. Áreas Descobertas** no **Nível I**, as classes **5.1 – Dunas, Praias e Bancos de Areia** e **5.2 – Afloramentos**, de **Nível II**, foram demarcadas em edição visual com filtro de seleção focado na Classe 5.

### 3.3.2. Classificação para o Nível III

Na área de estudo Região Natural de Itupiranga, foram *identificadas* as seguintes classes no **Nível III**:

- 1.1.2. Usos diversos em área florestada
- 2.1.1. Cultivos temporários
- 2.1.3. Cultivos e criações em pequena escala
- 2.1.4. Sistemas agroflorestais
- 2.2.1. Pecuária de animais de grande porte
- 2.3.1. Silvicultura
- 3.1.1. Usos diversos em água continental
- 4.1.1. Concentrações urbanas
- 4.1.2. Adensamentos populacionais
- 4.2.1. Áreas de mina
- 4.2.2. Áreas de garimpo
- 4.3.1. Áreas com extração madeireira
- 5.1.1. Usos diversos em áreas de dunas, praias e bancos de areia
- 5.2.2. Usos não identificados em áreas de afloramentos rochosos

Os procedimentos realizados para identificação das classes consistiram em interpretação visual somada às observações dos resultados do trabalho de campo, que serão comentadas nas próximas seções. Dados do censo agropecuário foram utilizados para auxiliar na identificação da pecuária e das

áreas agrícolas encontradas na Região e a diferenciação entre as classes **4.1.1 Concentrações urbanas** e **4.1.2 Adensamentos Populacionais** foi feita a partir da classificação prévia da área realizada pela Base Territorial (IBGE, banco de dados, 2017). O trabalho de campo trouxe discussões e decisões importantes sobre algumas classificações em Nível III, que serão comentadas a seguir.

### **3.4. Etapa campo**

Parte da equipe responsável pelo trabalho realizou a pesquisa de campo na área de estudo. Dentre os objetivos da viagem estavam: reconhecer os padrões dos alvos observados a partir das imagens Sentinel-2 *in loco*; verificar a qualidade da classificação até então realizada através da comparação das paisagens observadas; e coleta de pontos indicando a Verdade Terrestre (*GroundTruth*) para posterior validação do produto.

Foram percorridos 2.798 km de estradas da área durante 12 dias. A equipe contou com apoio de veículo da Instituição para logística e, como recursos tecnológicos, contou com aparelhos GPS, um *notebook* e com Dispositivos Móveis de Coleta (DMC), que consistem em *Smartphones* adaptados à operações de coletas de dados em campo. Os DMC estavam carregados com aplicativo QField, uma versão móvel do SIG QGIS, e nele constavam as bases de dados utilizadas neste trabalho, bem como a própria grade em si. Também estava disponível o aplicativo Avenza Maps e neste constavam mapas da área e as imagens Sentinel-2. O *notebook* estava carregado com a base de dados armazenada em um projeto no SIG QGIS. Mapas impressos com a sobreposição das células pré-classificadas também serviram de apoio à tarefa de campo. Tais recursos tecnológicos permitiram a otimização da logística de campo.

Os DMC, com apoio do aplicativo Avenza Maps, permitiram uma navegação rápida pela área e facilitaram a coleta de pontos. Isto foi possível pelo fato deste aplicativo permitir que os pontos de GPS coletados sejam registrados juntamente com atributos, neste caso, os códigos referentes às classes de uso da terra. Os pontos foram coletados de forma a garantir a maior representatividade possível entre as classes e a maior cobertura possível da área. Após auditoria em gabinete, foram obtidos um total de 86 pontos considerados qualificados para a validação do produto. O reconhecimento de campo também possibilitou a edição da Grade para o Nível III através da identificação dos padrões das feições.

### **3.5. Etapa pós-campo**

Após a realização do campo, dois momentos se seguiram: o primeiro, de revisão e reclassificação de áreas verificadas em campo e o segundo, de validação do produto a partir de pontos de coleta em campo e no gabinete.

A etapa de revisão e reclassificação consistiu na unificação de anotações e fotos dos técnicos que estiveram em campo, seguida de uma reunião com toda a equipe, apontando pontos de

discussão e tomadas de decisão a partir do campo. Algumas discussões importantes foram feitas sobre as classes do Nível III, quais sejam:

- A Classe *1.1.1. Extração Seletiva de Madeira em Área Florestada* pode ser mapeada, e por isso deve permanecer na legenda, porém, para que ela conste em um mapeamento sem conflitos, deve-se estabelecer uma comunicação e acordo com os órgãos responsáveis por este mapeamento e registro, como o Serviço Florestal Brasileiro, o INPE e o CENSIPAM, para que não haja conflito de informações oficiais. Dessa forma, decidiu-se para nossa área piloto não apontar esta classe no mapeamento.
- As Classes *2.1.3. Cultivos e Criações em Pequena Escala* e *2.1.4. Cultivos agroflorestais*, por ora, só são identificáveis em campo, não sendo diferenciáveis na cena Sentinel-2 com resolução espacial de 10m. Numa perspectiva futura de integração de dados das agências, sobretudo a respeito de pesquisas agropecuárias, estas classes podem ser identificadas de forma bem mais precisa.
- A Classe *3. Água* passou por uma revisão na edição visual na grade, para não serem gerados rios descontínuos, procurando preencher células onde havia continuidade de massa d'água de margem dupla de forma intercalada com as células onde ela não predominava, de forma a não prejudicar seu cálculo de área aproximado. Ainda sobre a água, há pontos de açudes, represas e outros que são relevantes e predominam nas células de nosso mapeamento, de forma geral, com usos diversos associados. Dessa forma, como se trata de uma classe de uso, a massa d'água foi classificada segundo a cena Sentinel-2 em questão, não necessariamente seguindo a Base Cartográfica do IBGE.

Na etapa de validação, optou-se neste trabalho, para fins de verificação de acurácia, por desenvolver uma Matriz de Confusão, que consiste em um indicador utilizado na avaliação de produtos de sensoriamento remoto entre outros (CONGALTON, 1991). A Matriz de Confusão define-se em uma matriz quadrada em que os números apresentados nas linhas e colunas representam um quantitativo de amostras por classe. As colunas representam as amostras e as linhas representam a classificação.

A Matriz de Confusão também serve de base para outros indicadores, como o Índice de Acurácia Global e o Índice Kappa. O Índice de Acurácia Global corresponde ao total de acertos dividido pelo total de amostras, enquanto Índice Kappa, corresponde a um índice contínuo e multivariado, largamente utilizado na avaliação de acurácia de produtos de diversas áreas e consiste em método de avaliação que leva em consideração a concordância de dois observadores e está representado pela **Equação 2:**

### Equação 2 –Índice Kappa

$$K = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e} = 1 - \frac{1 - p_0}{1 - p_e}$$

Onde: K é o Índice Kappa

$p_0$  é a taxa de aceitação relativa;

$p_e$  é a taxa hipotética de aceitação

OBS: quando a concordância é total entre os dois conjuntos de dados,  $K=1,0$

Na **Equação 2**, o Coeficiente ou Índice Kappa é calculado a partir de duas variáveis: a taxa de aceitação relativa ( $p_0$ ) e a taxa hipotética de aceitação ( $p_e$ ). A taxa de aceitação relativa é calculada dividindo-se o número de concordâncias entre os dois observadores pelo total de amostras. A taxa hipotética de aceitação (total) provém da probabilidade de concordância randômica entre os observadores, ou seja, é a soma de probabilidades randômicas de ambos os observadores aceitarem uma amostra e a probabilidade de ambos rejeitarem a amostra.

Para esta classificação foram realizadas duas avaliações de acurácia. Para isto, as amostragens foram realizadas a partir da coleta de pontos baseados no mosaico das cenas originais que basearam a classificação, estes totalizando 250, e também a partir de 86 pontos de GPS coletados em campo. A quantidade de pontos por classe deve observar a predominância de cada classe por área, se alocando mais pontos para as classes com maior percentual de área, assim como sua distribuição deve ser de forma homogênea por toda a área de estudo, esta distribuição visa evitar que haja distorção na avaliação. O quantitativo de pontos coletados em gabinete por classe está exposto no **Quadro 4**.

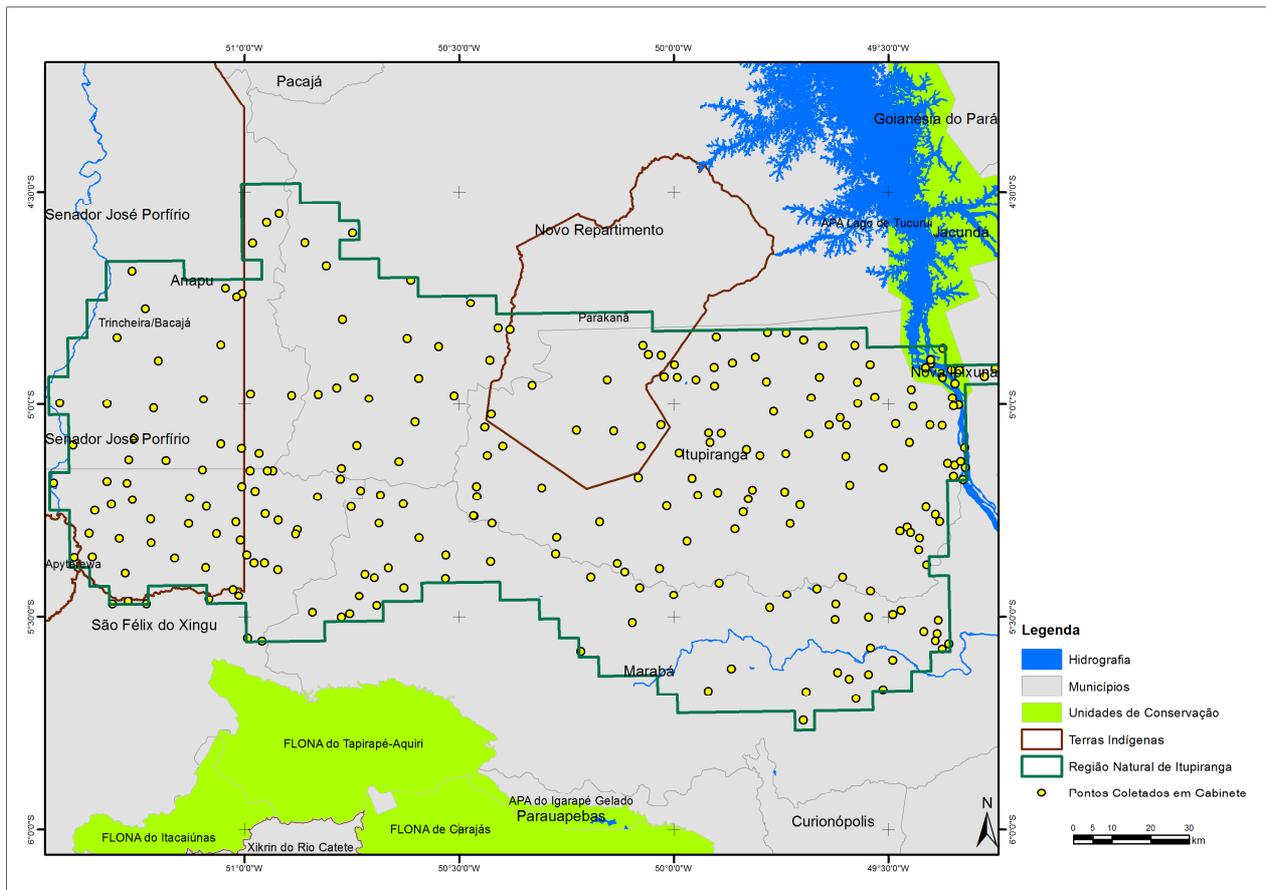
**Quadro 4 – Pontos de verificação coletados em gabinete**

<b>Nível III</b>	<b>Classes</b>	<b>Verdade Terrestre</b>
1.1.2	Outros usos em área florestada	75
2.1.1	Cultivos temporários	2
2.1.3	Cultivos e criações em pequena escala	1
2.2.1	Pecuária de animais de grande porte	131
2.5.1	Silvicultura	1
3.1.1	Usos diversos em água continental	6
4.1.1	Concentrações urbanas	3
4.1.2	Outros adensamentos populacionais	20
4.2.2	Áreas de garimpo	2
4.3.1	Áreas de extração madeireira	5
5.1.1	Usos diversos em áreas de dunas, praias e bancos de areia	2
5.2.1	Usos diversos em áreas de afloramentos rochosos	2
<b>Total</b>	<b>Total</b>	<b>250</b>

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

A distribuição dos pontos coletados em gabinete está exposta na **Figura 13**:

**Figura 13 – Distribuição de pontos em gabinete**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

O quantitativo de pontos coletados em campo por classe está exposto no **Quadro 5**.

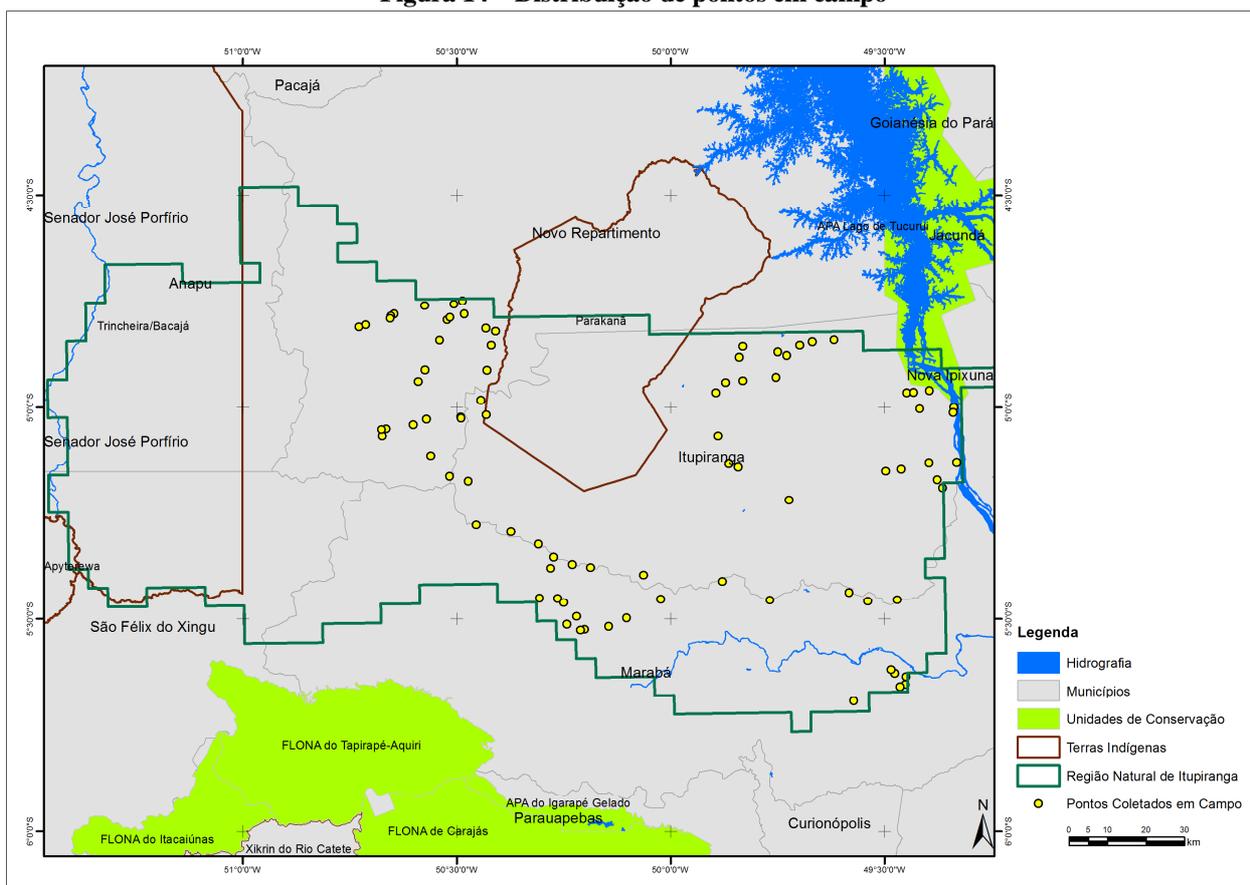
**Quadro 5 - Pontos de verificação coletados em campo**

Nível III	Classes	Verdade Terrestre
1.1.2	Outros usos em área florestada	15
2.1.1	Cultivos temporários	1
2.1.3	Cultivos e criações em pequena escala	4
2.1.4	Sistemas agroflorestais	2
2.2.1	Pecuária de animais de grande porte	42
2.3.1	Silvicultura	3
3.1.1	Usos diversos em água continental	2
4.1.1	Concentrações urbanas	2
4.1.2	Outros adensamentos populacionais	13
4.2.1	Áreas de lavra	2
<b>Total</b>	<b>Total</b>	<b>86</b>

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

A distribuição dos pontos coletados em campo está exposta na **Figura 14**:

**Figura 14 – Distribuição de pontos em campo**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

As respectivas coletas deram origem a duas matrizes de confusão. A primeira matriz de confusão, baseada nos pontos coletados em gabinete está exposta na **Tabela 1**.

**Tabela 1 - Matriz de Confusão a partir de pontos coletados em gabinete para o mapeamento da Região Natural de Itaipiranga – 2017**

		Amostras												Verdade
NÍVEL III	CLASSES	1.1.2	2.1.1	2.1.3	2.2.1	2.3.1	3.1.1	4.1.1	4.1.2	4.2.2	4.3.1	5.1.1	5.2.1	Terrestre
1.1.2	Outros usos em área florestada	70	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	75
2.1.1	Cultivos temporários	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2.1.3	Cultivos e criações em pequena escala	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2.2.1	Pecuária de animais de grande porte	2	0	0	125	0	3	0	1	0	0	0	0	131
2.3.1	Silvicultura	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3.1.1	Usos diversos em água continental	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
4.1.1	Concentrações urbanas	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
4.1.2	Outros adensamentos populacionais	0	0	0	0	0	0	1	19	0	0	0	0	20
4.2.2	Áreas de garimpo	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4.3.1	Áreas de extração madeireira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
5.1.1	Usos diversos em áreas de dunas, praias e bancos de areia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
5.2.1	Usos diversos em áreas de afloramentos rochosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<b>Total</b>	<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>127</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>250</b>

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

O índice de acurácia global obtido para a classificação de pontos em gabinete foi de 0,948, ou seja, 94,8% dos pontos foram amostrados de forma correta. O que indica um bom índice de acurácia, segundo Congalton (1991). Já o Coeficiente Kappa atingiu o valor de 0,919, ou 91,9% considerado muito bom segundo Congalton (Op. Cit.).

A segunda Matriz de Confusão, baseada nos pontos coletados em campo está exposta na **Tabela 2** abaixo.

**Tabela 2 - Matriz de Confusão a partir de pontos coletados em campo para o mapeamento da Região Natural de Itupiranga – 2017**

NÍVEL III	CLASSES	Amostras										Verdade Terrestre
		1.1.2	2.1.1	2.1.3	2.1.4	2.2.1	2.3.1	3.1.1	4.1.1	4.1.2	4.2.1	
1.1.2	Outros usos em área florestada	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
2.1.1	Cultivos temporários	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2.1.3	Cultivos e criações em pequena escala	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
2.1.4	Sistemas agroflorestais	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2.2.1	Pecuária de animais de grande porte	4	1	0	0	35	1	0	0	0	1	42
2.3.1	Silvicultura	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
3.1.1	Usos diversos em água continental	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4.1.1	Concentrações urbanas	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
4.1.2	Outros adensamentos populacionais	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13
4.2.1	Áreas de lavra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<b>Total</b>	<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>86</b>

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

O índice de acurácia global obtido para a classificação de pontos em campo foi de 0,919, ou seja, 91,9% dos pontos foram amostrados de forma correta. Já o Coeficiente Kappa atingiu o valor de 0,889 ou 88,9%.

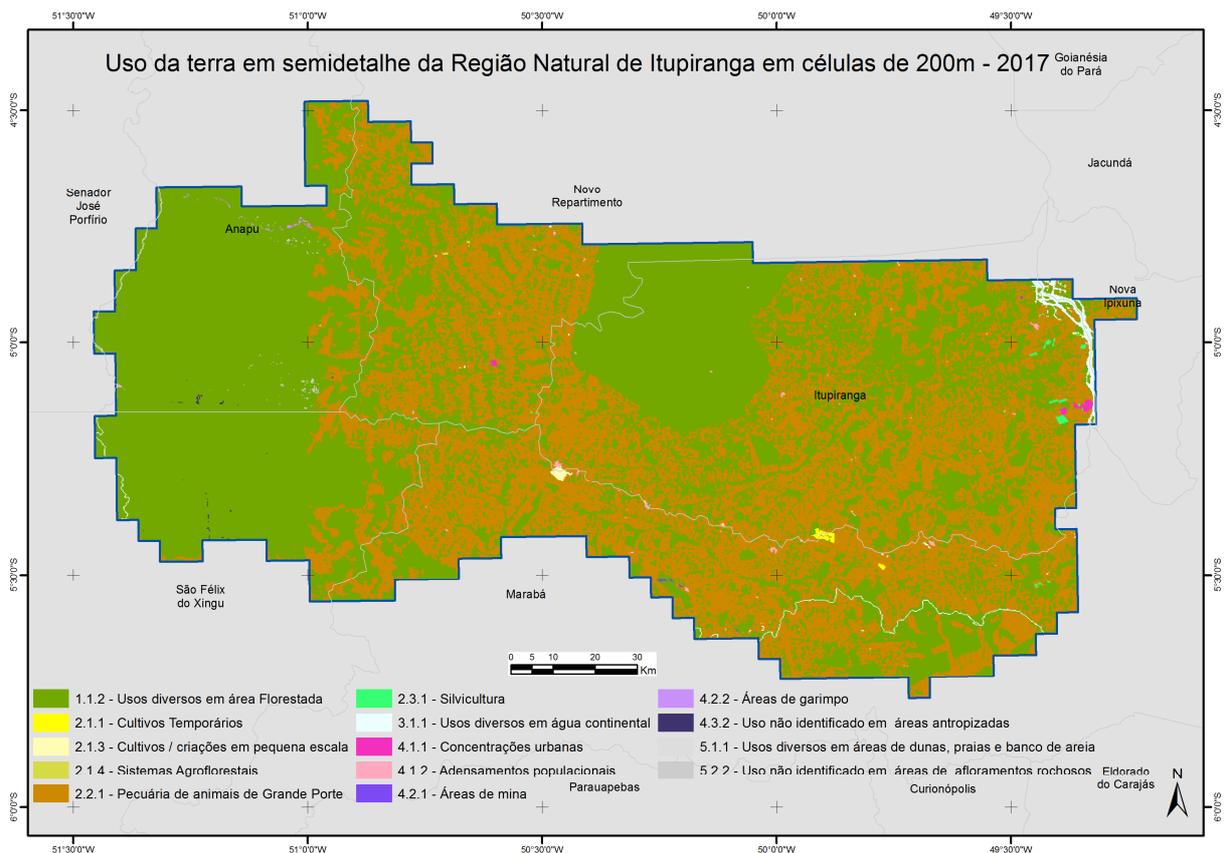
Considerando estes indicadores, a classificação atingiu um resultado satisfatório, portanto o mapa de uso da terra gerado poderá ser utilizado em outras análises.

## 4. Resultados

### 4.1. Uso da Terra na Região Natural de Itupiranga em células de 200m x 200m

Após a conclusão do mapeamento em Nível III, as classes encontradas e suas respectivas áreas estão dispostas na **Figura 15** e na **Tabela 3**.

**Figura 15 – Região Natural de Itupiranga classificado para o Nível III.**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

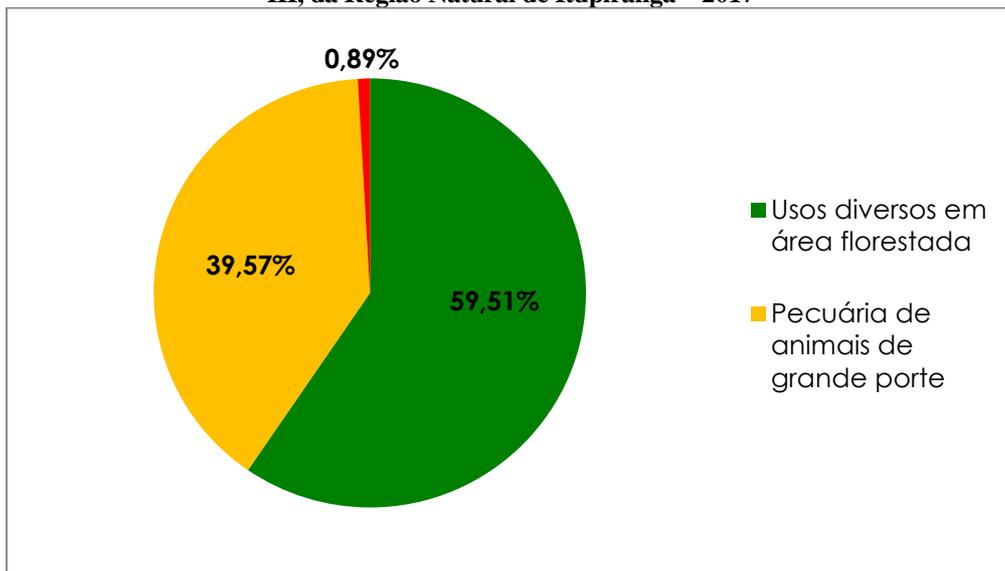
**Tabela 3 – Áreas e percentuais das classes de cobertura e uso de terra mapeadas na Região Natural de Itupiranga – 2017**

Classe (Nível 3)	Legenda	Área		
		Células	(ha)	%
1.1.2	Usos diversos em área florestada	310.194	1.240.776	59,51%
2.1.1	Cultivos temporários	261	1.044	0,05%
2.1.3	Cultivos e criações em pequena escala	288	1.152	0,06%
2.1.4	Sistemas agroflorestais	29	116	0,01%
2.2.1	Pecuária de animais de grande porte	206.248	824.992	39,57%
2.3.1	Silvicultura	334	1.336	0,06%
3.1.1	Usos diversos em água continental	2.706	10.824	0,52%
4.1.1	Concentrações urbanas	274	1.096	0,05%
4.1.2	Adensamentos populacionais	393	1.572	0,08%
4.2.1	Áreas de mina	71	284	0,01%
4.2.2	Áreas de garimpo	149	596	0,03%
4.3.2	Uso não identificado em áreas antropizadas	100	400	0,02%
5.1.1	Usos diversos em áreas de dunas, praias e bancos de areia	11	44	0,00%
5.2.2	Usos não identificados em áreas de afloramentos rochosos	192	768	0,04%
<b>TOTAL</b>		<b>521.250</b>	<b>2.085.000</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

A área de estudo possui um total de 2.085.000 ha, distribuídos em 521.250 células de 200m x 200m. O mapeamento identificou que duas classes de uso da terra predominaram na região, sendo a classe *Usos diversos em área florestada* a maior, possuindo 1.240.776 ha, ocupando 310.194 células, ou 59,51% do total da área. A segunda classe predominante é a de *Pecuária de animais de grande porte*, possuindo 824.992 ha, ocupando 206.248 células, ou 39,57% do total da área. As duas classes somadas correspondem a 99,08% da área de estudo, portanto as demais classes correspondem a menos de 1% do total d área, conforme demonstrado no **Gráfico 1**.

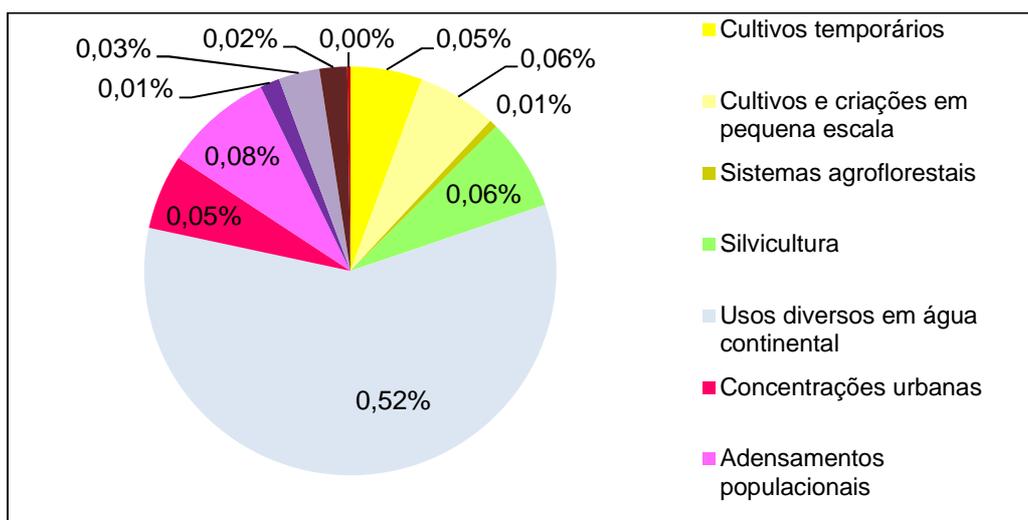
**Gráfico 1 – Percentual de área encontrada por classes mais representativas de cobertura e uso da terra, em Nível III, da Região Natural de Itupiranga – 2017**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

As demais classes somadas ocupam apenas 0,92% da área de estudo. Sendo a classe *Usos diversos em água continental* a maior com 10.824 ha, ocupando 2.706 células, sendo 0,52% do total. A distribuição das demais classes observadas se encontra no **Gráfico 2**.

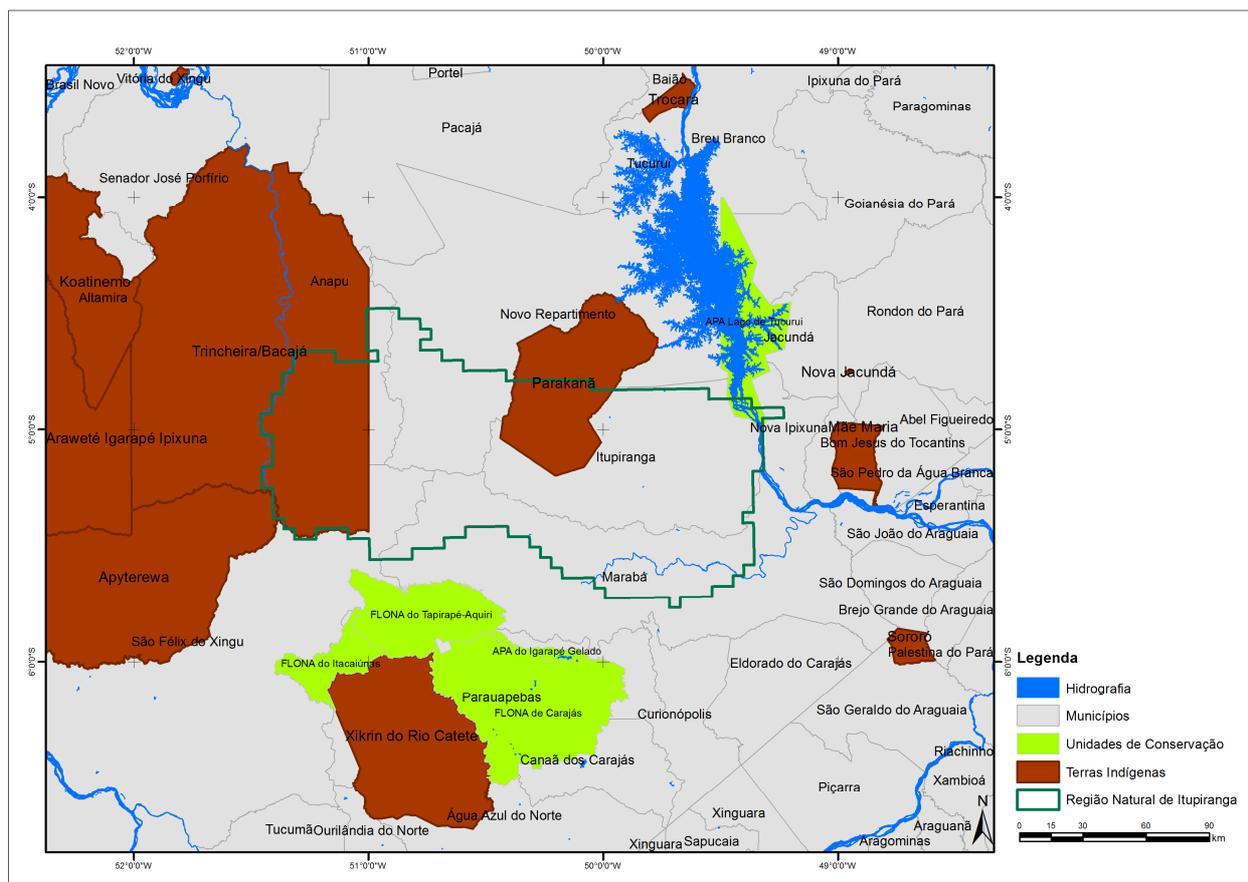
**Gráfico 2 – Percentual de área encontrada nas classes menos representativas de cobertura e uso da terra, em Nível III, da Região Natural de Itupiranga – 2017**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

Estão presentes na Região Natural de Itupiranga partes de três Terras Indígenas (TI). Respectivamente, parte leste da TI Trincheira-Bacajá, com 371.944 ha; parte centro-sul da TI Parakanã, com 16.655 ha; e parte noroeste da TI Apyterewa, com 1.998 ha. As três partes de TI presentes na Região Natural de Itupiranga somadas dão 540.894 ha, portanto 25% do total. As TI estão representadas pelo mapa da **Figura 16**.

**Figura 16 – Terras Indígenas inseridas na Região Natural de Itupiranga**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

Das 521.250 células totais da área trabalhada, 134.263 estavam inteiramente contidas no interior das TI, totalizando 537.052 ha. Destas células, 133.660 pertencem à classe *Usos diversos em área florestada*, totalizando 534.640 ha. É importante lembrar que a concepção do mapeamento em célula está em, justamente, garantir a desvinculação a limites poligonais, de forma a permitir a integração de dados espaciais de diferentes bases em uma mesma unidade ou, até mesmo, desagregar dados espaciais agregados em outras unidades. Portanto, para que se chegasse ao total de *Usos diversos em área florestada* no interior das TI, foi necessário que se subtraísse a área total das TI da área total da referida classe.

Observados estes números, se evidencia a importância das TI para a preservação dos remanescentes de floresta. Os 540.560 ha de área florestada representam 43,56% do total da classe na Região Natural, que estão concentrados em uma parte equivalente a 25% do total da área. Portanto, os demais 700.216 ha da classe, que representam 56,43% do total, estão espalhadas pelos 75% restantes da área, fora de Terras Indígenas.

Excluindo-se a área das TI, a distribuição de área entre as classes difere da anterior, conforme demonstrado na **Tabela 4**.

**Tabela 4 – Áreas e percentuais das classes de cobertura e uso de terra, excluídas as Terras Indígenas, mapeadas na Região Natural de Itupiranga - 2017**

Classe (Nível 3)	Legenda	Área		
		Células	(ha)	%
1.1.2	Usos diversos em área florestada	175.054	700.216	45,43
2.1.1	Cultivos temporários	261	1.044	0,07
2.1.3	Cultivos e criações em pequena escala	288	1.152	0,07
2.1.4	Sistemas agroflorestais	29	116	0,01
2.2.1	Pecuária de animais de grande porte	206.170	824.680	53,50
2.3.1	Silvicultura	334	1.336	0,09
3.1.1	Usos diversos em água continental	2.416	9.664	0,63
4.1.1	Concentrações urbanas	274	1.096	0,07
4.1.2	Adensamentos populacionais	361	1.444	0,09
4.2.1	Áreas de mina	71	284	0,02
4.2.2	Áreas de garimpo	15	60	0,00
4.3.2	Uso não identificado em áreas antropizadas	2	8	0,00
5.1.1	Usos diversos em áreas de dunas, praias e bancos de areia	11	44	0,00
5.2.2	Usos não identificados em áreas de afloramentos rochosos	77	308	0,02
<b>TOTAL</b>		<b>385.363</b>	<b>1.541.452</b>	<b>100,00</b>

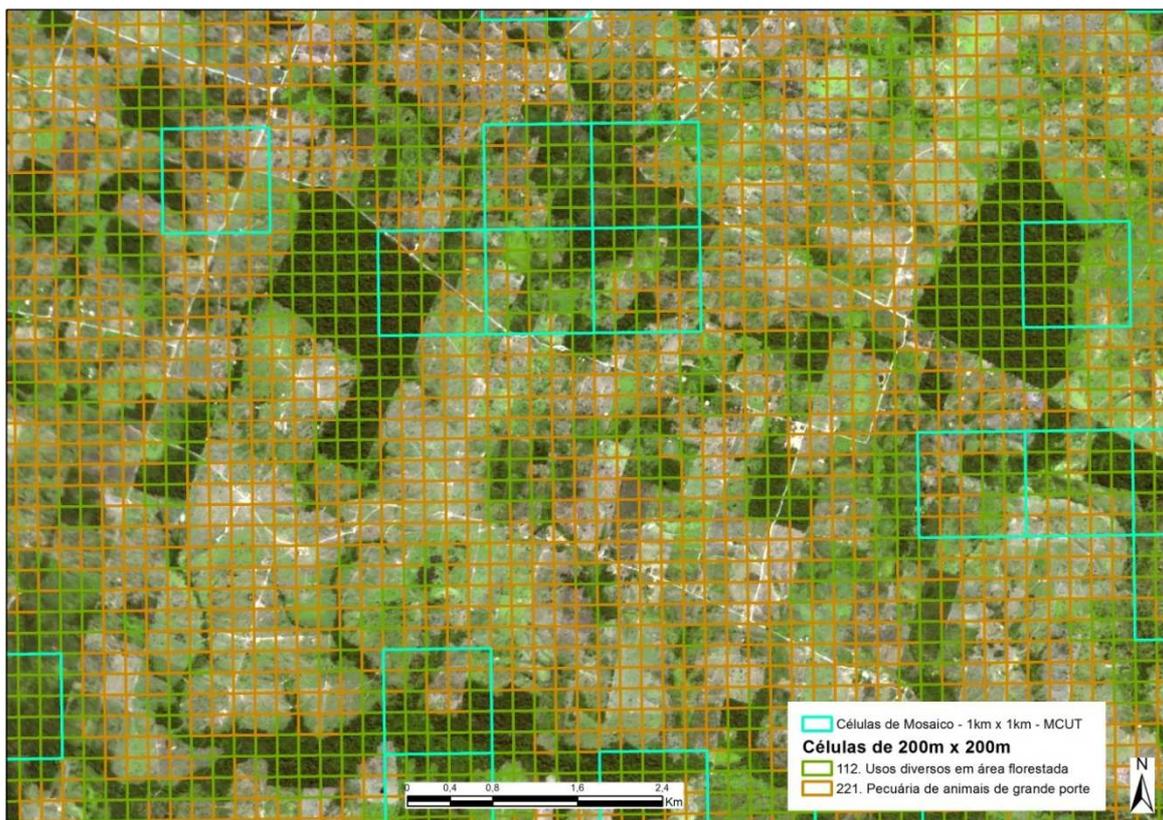
Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

Neste caso, a classe de uso de maior abrangência é de *Pecuária de animais de grande porte*, que com seus 824.680 ha, ocupa 53,5% da área, enquanto a classe *Usos diversos em área florestada*, com 700.216 ha, ocupam 45,43% da área.

#### 4.2. Substituição da Classe de Mosaicos

Como o nível de detalhamento permite uma melhor discriminação das classes, a classe de *Mosaicos de usos e ocupações* – utilizada no projeto de Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra no Brasil (IBGE, 2017), em células de 1 km<sup>2</sup> – não existe no mapeamento em células de 200m x 200m, pois neste ela é discriminável entre as outras classificações disponíveis em Nível III. Desta forma, optou-se por fazer um estudo comparativo entre a classificação elaborada no mapeamento de 2016 de Cobertura e Uso da Terra, a fim de demonstrar possíveis contribuições para a verificação desta classe para o projeto de monitoramento. Abaixo, demonstramos a sobreposição das células classificadas como Mosaico de 1km<sup>2</sup> sobre as células de detalhamento em 200m x 200m.

**Figura 17 – Sobreposição de células de Mosaico em 1km<sup>2</sup> às células de 200m x 200m**



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

Pode-se fazer uma comparação estatística por células. Temos um total de 2.714 células da classe de *Mosaicos* no interior da área de estudo, totalizando, portanto, 271.400 ha. Há 67.850 células de 200m x 200m inseridas em células de 1km<sup>2</sup> de Mosaicos, correspondendo aos mesmos 271.400 ha. Deste total, 52,62% encontram-se em áreas da classe *Usos diversos em área florestada* do Nível III, o equivalente a 142.816 ha; 46,45 % das células encontram-se em áreas correspondentes à classe *Pecuária de animais de grande porte*, o equivalente a 126.076 ha. Apenas 0,92 % das células (2.508 ha) correspondem às outras classes de cobertura e uso no Nível III. Nota-se, então, que nas células que foram classificadas como Mosaicos, encontra-se, nesta região, uma mistura de Florestas e Pastagens, diferenciável nas imagens de resolução espacial de 10m, do sensor Sentinel-2. A distribuição, por sua vez, segue o padrão da própria região, com grande predominância de pastos e florestas. Os quantitativos se encontram dispostos na **Tabela 5**.

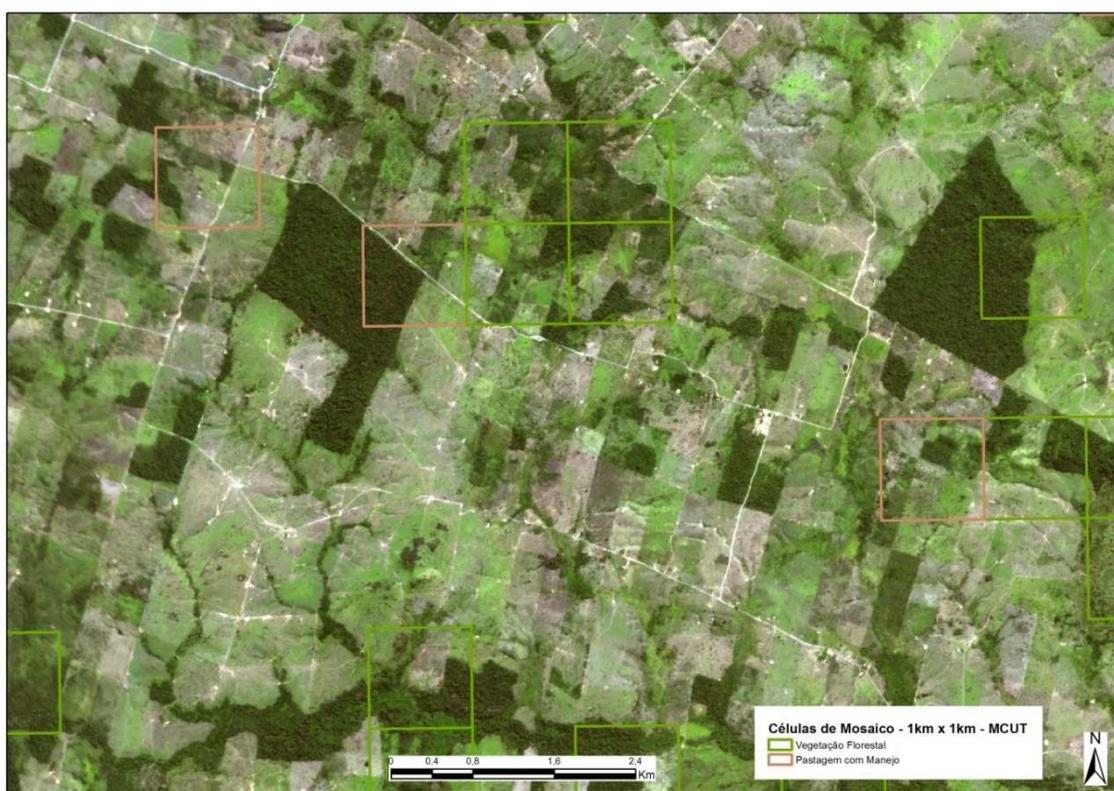
**Tabela 5 – Distribuição em área e percentual das classes de Nível III de cobertura e uso da terra 2017 dentro das células de mosaico de 1km<sup>2</sup> de cobertura e uso da terra 2016.**

<b>Classe</b>	<b>Células</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>Ha</b>	<b>%</b>
Usos diversos em área florestada	35.704	1.428	142.816	52,62
Pecuária de animais de grande porte	31.519	1.261	126.076	46,45
Outras	627	25	2.508	0,92
<b>Total</b>	<b>67.850</b>	<b>2.714</b>	<b>271.400</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

Ao se aplicar o procedimento de agregação dos polígonos das máscaras geradas por NDVI às células de mosaico da grade de 1 km<sup>2</sup> através da ferramenta *SpatialJoin for theLargestOverlap*(procedimento explicado no item 3.2.1), obteve-se como resultado a reclassificação das referidas células em classes de *Vegetação Florestal*, *Pastagem com Manejo* e *Área Artificial*. Este procedimento foi realizado com a finalidade de elucidar o potencial deste método na contribuição para o Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra do Brasil em diferenciar os tipos de cobertura no interior das células da classe Mosaico com maior precisão, para assim ser possível reclassificá-las entre as referidas classes. Na **Figura 18**, exemplo de células da classe Mosaicos em 1 km<sup>2</sup>, reclassificadas.

**Figura 18** – Classificação em células de 1km<sup>2</sup> a partir de máscaras do NDVI em imagens Sentinel-2



Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).

Neste caso, a área da classe *Vegetação Florestal* ficou representada por 167.100 ha, ou 61,56% do total da área. A classe *Pastagem com Manejo* ficou representada por 103.200 ha, ou 38,02% do total da área. A classe *Área Artificial* também foi representada. Foram apenas 11 ha, ou 0,4% do total da área. Os números estão dispostos na **Tabela 6**:

**Tabela 6 – Distribuição em área e percentual das classes substitutivas às classes de Mosaico nas células de 1km<sup>2</sup> de cobertura e uso da terra – 2016**

<b>Classe</b>	<b>Células</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>Ha</b>	<b>%</b>
Vegetação Florestal	1.671	1.671	167.100	61,57
Pastagem com manejo	1.032	1.032	103.200	38,03
Áreas Artificiais	11	11	1.100	0,41
<b>Total</b>	<b>2714</b>	<b>2714</b>	<b>271400</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA

Partindo da ideia de que as classes *Usos Diversos em Área Florestada* e *Vegetação Florestal* são análogas, assim como *Pecuária de Animais de Grande Porte* e *Pastagem com Manejo*, se estabelece a possibilidade de comparação entre as duas classificações. Visto que, ao absorver os dados dos polígonos das máscaras geradas por NDVI, a grade de 1 km<sup>2</sup> tende a generalizar mais a informação, enquanto a absorção do mesmo dado em células de 200m x 200m tende a gerar um mapeamento com maior detalhamento, surge uma diferença entre os comparativos de área. Neste caso, o mapeamento em semidetalhe (200m x 200m), nas áreas da classe Mosaicos, indicou uma proporção menor da classe *Vegetação Florestal* do que o mapeamento em grade de 1 km<sup>2</sup>. Esta diferença não configura um problema, uma vez que o mapeamento em semidetalhe se aplica a áreas de escala de análises menores, cumprindo função de diagnóstico, enquanto o mapeamento em grade de 1 km<sup>2</sup> tem fins de mapeamento geral.

## 5. Considerações finais

### 5.1. Resumo da história do uso da terra na área de estudo<sup>1</sup>

O uso da terra da área de estudo está relacionado às atividades de exploração dos recursos naturais que ocorreram na região sudeste do Pará, onde se localiza o recorte da Região Natural de Itupiranga, objeto de nosso mapeamento. Durante o Ciclo da Borracha, no final do século XIX, com a descoberta do *caucho* (*Castilloaulei*) nas margens dos rios Tocantins e Itacaiúnas, a região atraiu exploradores vindos de vários estados do Brasil, especialmente do Maranhão, Piauí, Ceará e Goiás. A extração do látex dava-se árvore a árvore, sangrando-lhe o caule, que, após a retirada do produto, definhava, não renovando mais a seiva, e conseqüentemente morria. A exploração de caucho deu-se no período de 1900 a 1919, tendo como compradores a Alemanha e a Inglaterra. Com a decadência do caucho, e a desvalorização da borracha no mercado internacional, entrou em evidência a extração *dacastanha do Pará* (*Bertholletia excelsa*) a partir de 1920, sendo a principal atividade econômica até o fim dos anos de 1970. Até o início da segunda guerra mundial, a produção da castanha foi exportada, sobretudo, para a Alemanha e Inglaterra. Durante o conflito (1939-1945), os

<sup>1</sup>As informações contidas neste resgate histórico da região foram baseadas, sobretudo, no acervo exposto pela Fundação Casa da Cultura de Marabá, localizado na cidade de Marabá e visitado no dia 30/08/2018, por ocasião do levantamento de campo.

Estados Unidos passaram a ser os únicos compradores. Paralelamente ao extrativismo de castanha, acontecia a exploração do *diamante* no leito dos rios Tocantins e Araguaia.

A população local passou alternadamente a coletar a castanha na época das chuvas (no inverno amazônico) e a garimpar no verão (estio amazônico). Outro produto que se destacou foi o *crystal de rocha*, que começou a ser explorado durante a segunda guerra mundial. A exploração do diamante e a de cristal de rocha teve seu apogeu entre 1939- 1945.

A *madeira*, na época da colonização da área, era extraída mais especificamente para atender às necessidades dos moradores, na construção de suas casas, suas embarcações, móveis, usos diversos. Mas, na década de 1950, iniciou-se a exploração de espécies nobres, sobretudo o *mogno* (*Sweteniamacrophylla*). *Apecuária*, também, na época da colonização atendia ao consumo das famílias, particularmente no abastecimento de leite. Entretanto, com o estabelecimento de algumas fazendas na década de 1930 e com os arrendamentos e posse definitiva de grandes áreas de terra na década de 1954, tal atividade tomou força e se destaca até os dias atuais. A descoberta de ocorrência de *ferro* e *manganês*, nos fins dos anos sessenta, se destacou em 1966, trazendo empresas mineradoras para a região. A descoberta de *deouro* em Serra Pelada impulsionou sobremaneira o desenvolvimento econômico de muitas cidades, dentre elas Marabá.

O processo de ocupação na década de 1970 foi descrito no *Relatório Técnico de Uso da Terra*:

Em 1969, após a abertura da rodovia PA-70 (atualmente um trecho da BR-222), Marabá ficou ligada à Rodovia Belém-Brasília (BR-010). A implantação da infraestrutura rodoviária fez parte da estratégia do governo federal de integrar a região ao resto do país. Além disso, o plano de colonização agrícola oficial, a instalação de canteiros de obras, especialmente a construção da Hidrelétrica de Tucuruí, a implantação do projeto Grande Carajás e a descoberta da mina de ouro de Serra Pelada, aceleraram e dinamizaram as migrações para Marabá nas décadas de 1970 e 1980.

Com a descoberta da Província Mineral da Serra dos Carajás, Marabá teve um aceleramento no seu desenvolvimento, demonstrando com isso seu potencial industrial e comercial. Entre os anos de 1998 e 2010, o município recebeu grandes investimentos, o que levou a cidade a ser considerada um pólo industrial e comercial, com predomínio das atividades agropecuárias. (IBGE, 2011, pg. 43, 44)

## 5.2. Considerações sobre o uso da terra mapeado

Observou-se por ocasião do trabalho de campo, que no recorte da área objeto do mapeamento, a **pecuária** destaca-se como a Classe de uso dominante. O gado zebuino da raça nelore está espalhado praticamente por todos os municípios que compõem a área em questão, seja no entorno das Rodovias BR-222 e BR-230, suas vicinais e ramais, e assim também na BR-155.

Nas pastagens, é bastante frequente a invasão da palmeira babaçu (*Orbignyaphallerata*), que se instala após a retirada da cobertura florestal. A nomenclatura Pastagem com manejo, propriamente dito, não constou como uma classe de uso, no presente mapeamento, na grade de 200 m x 200 m, como ocorreu no mapeamento Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil na grade 1 km x 1 km. Para o mapeamento do detalhamento, considerou-se a Pastagem com pecuária

de animais de grande, médio e pequeno porte. Para melhor entendimento, seguem alguns comentários e observações de campo, sobre esse assunto.

A pastagem com manejo é onde as espécies forrageiras, como o quicuiu, a brachiaria, e o colômbio, são especialmente selecionadas, e a aplicação dos tratamentos culturais mais frequentes. A pecuária tecnologicamente mais avançada – no que tange à destoca, replantio, organização do pastoreio, bem como o uso da técnica de inseminação artificial, cuidados especiais com o gado reprodutor, e a participação nos eventos de exposição e leilão de gado – destacou-se, sobretudo, nas fazendas situadas às margens das BR-222, chamada também de estrada do rio Preto, que vai desde Marabá – entre os meridianos 49° e 51° a Oeste até a borda da Terra Indígena Trincheira Bacajá. Este avanço tecnológico também foi observado nas fazendas em alguns trechos ao longo da BR-230 (Transamazônica) como também às margens e nas vicinais da BR-155, ao sul de Marabá, entre os paralelos 4° e 5° Sul e os meridianos 49° e 50° Oeste.

A maioria dessas fazendas já está há muito tempo instalada e a criação de gado consolidada. Entretanto, em muitas vicinais e ramais das rodovias trafegadas, bem como nas áreas de amortecimento das Terras Indígenas, as pastagens se apresentam sem grandes manejos, com regeneração de algumas espécies arbóreas e arbustivas nativas, com destaque inclusive de testemunhos da vegetação pretérita. Observou-se ainda, áreas de pastagens cobertas pela vegetação herbácea e graminosa associadas à vegetação arbustiva esparsa, com regeneração, sobretudo, da palmeira babaçu. Vale ressaltar ainda a presença de algumas espécies arbóreas em meio às pastagens, notadamente a castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), como elemento remanescente da floresta pretérita. A composição florística inserida na Vegetação Secundária foi mapeada na Classe de *Usos diversos em área florestal*, mantendo, portanto, o estatuto de área preservada. Em face da grande ocorrência testemunhada em campo, sugere-se que futuramente esta classe mereça uma atenção maior e passe a ser discriminada como classe específica de uso, pois o antropismo, nestes casos, se mostra presente e a recomposição da floresta não se dá como simples sucessão de estágios rumo ao mesmo *status* da vegetação pretérita. Chamamos atenção para este fato como possibilidade de abertura para discussões futuras sobre a *Floresta Antropizada* como classe de uso, uma vez que a mesma se encontra distribuída e abundante por toda a área mapeada.

Alguns cultivos temporários de usos diversos acontecem nos chamados *travessões* das vicinais/ramais, das rodovias BR-230 e BR-222, em assentamentos e projetos de agricultura familiar, normalmente próximos aos aglomerados populacionais. O cultivo de grãos (soja, milho, milho) é contemplado no mapeamento numa fazenda na beira da BR-222, no município de Marabá.

A Silvicultura ocorre nas vicinais da rodovia BR-230, basicamente em terras do município de Itupiranga com o plantio de duas espécies exóticas: teca (*Tectonagrandis*) e eucalipto

(*Eucalyptus sp.*), em cultivos monoespecíficos – plantio só de eucalipto ou só de teca, ou consorciados onde as duas espécies se alternam entre os talhões.

Os rios Tocantins, Itacaiúnas, Rio Preto e Cajazeiras, e o Lago Tucuruí se destacam como a classe água continental de uso diversificado.

A área de mineração de maior destaque foi a mina de exploração de manganês, da mineradora Buritirama, localizada em Marabá, seguida da extração de brita, em Itupiranga. Mapeou-se ainda a existência de um garimpo para a extração de ouro na parte norte da Terra Indígena Trincheira Bacajá. Ainda nesta Terra Indígena, foi identificado um corte de estrada na parte sul, com áreas cartografáveis de solo exposto dentro das células de 200m x 200m. No entanto, por não se ter conseguido acesso à área e por falta de informações oficiais e consistentes a respeito, optou-se por classificar estas células como *Uso não identificado em áreas antropizadas*.

As áreas florestais de maior amplitude estão representadas, em 25%, pela terra indígena Trincheira Bacajá a oeste e da porção centro-sul da terra indígena Parakanã, em torno das quais avança o estabelecimento das pastagens para a criação de gado bovino, o que pode ser observado no mapa, com a configuração do tipo “espinha de peixe” nas imagens, consolidada no eixo das rodovias, vicinais e ramais que cortam essas áreas, constatando-se o domínio da **pecuária** em toda a região natural de Itupiranga.

A área da Região Natural de Itupiranga foi escolhida para mapeamento por sua alta dinâmica de mudanças na cobertura e uso da terra, entre os anos de 2012 e 2014, identificada a partir do mapeamento em células de 1km<sup>2</sup>. Esta alta dinâmica de mudanças se deve tanto pela extensão da área que sofreu mudanças, quanto pelo tipo de mudança drástica, de florestas que se transformaram em pastagens, em sua grande maioria. Após o mapeamento, somado a conhecimentos prévios e pesquisas sobre a região, foi constatado que essa dinâmica de uso segue o padrão de ocupação da Floresta Amazônica no sudeste paraense, conforme descrito acima. A manutenção da intensidade desse processo se deve ao fato de que esta região ainda é uma fronteira de expansão econômica, com inúmeros conflitos a respeito de seu uso, bem como da posse de terras. É notável que o processo de especulação fundiária determine, em grande medida, a voracidade com a qual o desmatamento ocorre e a ocupação de terras, muitas vezes irregular, avança na região. Alise encontram áreas novas e antigas de assentamento rural, áreas de mineração pertencentes a empresas do ramo, áreas de posse de grandes proprietários rurais, Terras Indígenas e terras da União. Neste complexo arranjo de interesses e instituições, o teor dos conflitos acaba por intensificar a pressão antrópica na região, e a pastagem é o tipo de uso mais ágil e ao mesmo tempo oportuno que se impõe. Tanto aqueles que não possuem recursos para se estabelecer na terra com um projeto de alto manejo, quanto aqueles que podem se dedicar à exploração econômica com altos investimentos, optam por estabelecer a pastagem, com diferentes níveis tecnológicos, até mesmo para legitimar a

alegação de que são os possuidores daquelas terras. O tipo de mudança (Floresta-Pasto) na área está relacionado, também, com a pressão antrópica que está ocorrendo nas áreas de amortecimento das Terras Indígenas, com pastos se estendendo por caminhos e estradas feitas de forma rudimentar, em direção ao núcleo da área de preservação legal.

### **5.3. Considerações sobre a metodologia.**

A concepção da metodologia acima demonstrada visou aliar técnicas automatizadas de processamento de imagens orbitais e operações em bancos de dados de forma a configurar um modo *semiautomatizado* de mapeamento. O objetivo de se produzir deste modo está em garantir um processo mais célere e moderno aliado ao rigor da acurácia visual e de campo.

Demonstrou-se que este detalhamento tem condições de dar suporte aos diagnósticos e zoneamentos ecológico-econômicos, bem como facilitar a realização de análises estatísticas e contas ecossistêmicas, integradas em inúmeros recortes espaciais, respondendo às necessidades internacionais voltadas para a produção de indicadores socioeconômicos e ambientais, conforme proposto. A forma de elaboração, utilizando imagens de alta resolução gratuitas e técnicas conhecidas e testadas, traz a possibilidade de se replicar esta metodologia de detalhamento para diagnósticos em áreas de interesse possíveis, além de permitir a sua adaptação a outros ambientes de produção e também seu próprio aprimoramento.

#### **5.3.1 Potencial para subsidiar o aprimoramento da classe de *Mosaicos de Ocupação***

Outro potencial identificado está na possibilidade de se contribuir para o trabalho de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, através da diferenciação das células de Mosaicos de Ocupação em Área Florestal.

Dentre os desafios para trabalhos futuros estão o aprimoramento e otimização das técnicas utilizadas com a disponibilização de imagens Sentinel-2, oriundas de modernos processamentos (Level-2A) de correção radiométrica para reflectância de superfície (*Bottomofatmosphere – BOA*), abrindo o leque de uso de sensores óticos multiespectrais. A nova série de produtos Sentinel, aliada às potencialidades do mapeamento em Grade de Referência Estatística, permitirá aprimorar as análises e diagnósticos de mapeamentos, de forma a integrar diferentes informações. Um outro desafio será o desenvolvimento de métodos para realizar a diferenciação das células de Mosaicos de Ocupação em Área Florestal e também de Mosaicos de Ocupação em Área Campestre, de forma célere, precisa e automatizada em escala nacional.

Desta forma, este trabalho cumpre os objetivos a que se propôs e também abre novas possibilidades de debates, discussões e investigações, posto que o refinamento da grade para a classificação nas áreas de detalhe ainda é um tema em discussão.

## Referências

BEZERRA, P. E. L.; BARBOSA, A.M.; SILVA JUNIOR., R. C. da. **Unidades ecológicas como referência espacial de estatísticas ambientais** – Aplicação para o Estado do Pará. Belém, IBGE, mapa em formato shapefile, documento interno, 2017.

CONGALTON, R. G. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. **Remote Sens. Environ.**, 37(1):35-46, 1991.

DNPM. **Sistema de Informação Geográfica da Mineração– SIGMINE**. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>. Acesso em: 2018

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **Technical Guides: SENTINEL-2 MSI Introduction**. Disponível em: <<https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>> Acesso em jan., 2019.

GASCON, F.; BOUZINAC, C.; THÉPAUT, O.; JUNG, M.; FRANCESCONI, B.; LOUIS, J.; LONJOU, V.; LAFRANCE, B.; MASSERA, S.; GAUDEL-VACARESSE, A.; LANGUILLE, F.; ALHAMMOUD, B.; VIALLEFONT, F.; PFLUG, B.; BIENIARZ, J.; CLERC, S.; PESSIOT, L.; TRÉMAS, T.; CADAU, E.; DE BONIS, R.; ISOLA, C.; MARTIMORT, P.; FERNANDEZ, V. Copernicus Sentinel-2A Calibration and Products Validation Status. **Remote Sensing**. [online]. 2017, vol. 9, n. 6, p. 584; doi:10.3390/rs9060584. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-4292/9/6/584>> Acesso em: 30 jan. 2019

IBGE. **Banco de dados e informações ambientais – BDIA: Vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 1997 – 2017. Banco de dados geográfico na escala 1:250.000. Unidades Fitofisionômicas. Disponível em: <<http://w3.bdia.ibge.gov.br/>> Acesso em: out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Base Cartográfica Contínua do Brasil, Escala 1:250.000 - BC250**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/bases\\_cartograficas\\_continuas/bc250/versao2017/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2017/)>. Acesso em: out. 2017

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário, 2017**. Disponível em: [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/calendario\\_2017.php](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/calendario_2017.php). Acesso em: nov. 2018  
IBGE – 2018. - Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

\_\_\_\_\_. **Grade Estatística**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/recortes\\_para\\_fins\\_estatisticos/grade\\_estatistica/censo\\_2010/grade\\_estatistica.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/grade_estatistica.pdf). Acesso em: set. 2017. IBGE, Centro de Documentação e Disseminação de Informações – RJ, 2016.

\_\_\_\_\_. **Malha Municipal 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2017/Brasil/BR](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR)>. Acesso em: out. 2017

\_\_\_\_\_. **Manual de uso da terra**. Manuais Técnicos de Geociências, n.7. 3ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Metodologia de avaliação das mudanças na cobertura e uso da terra e sua aplicação como critério de definição de áreas para melhorias no detalhamento do mapeamento**. IBGE, Diretoria de Geociências – RJ, 2017. (documento interno).

\_\_\_\_\_. **Mudanças na cobertura e uso da terra 2000 – 2010 – 2012**. IBGE-RJ, 2015. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94724.pdf>. Acesso em: 17, maio, 2017.

\_\_\_\_\_. **Plano Plurianual do IBGE 2016-2019: Programas, Ações e Planos Orçamentários 2018**. IBGE, Diretoria de Geociências – RJ, 2018. (documento interno).

\_\_\_\_\_. **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em: nov.2018

\_\_\_\_\_. **Uso da terra no Estado do Pará: relatório técnico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 149 p.

INPE. **PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. São José dos Campos: INPE, 2018. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: Nov.2018

\_\_\_\_\_. **TerraClass: Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da Amazônia**. Belém-PA: Centro Regional da Amazônia – CRA, 2018. Disponível em: [http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/dados\\_terraclass.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php). Acesso em: out.2018

JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. 2/e. Pearson Education India. 2009.

NOVO, E. M. L. D. M.; FERREIRA, L. G.; BARBOSA, C.; CARVALHO, C.; SANO, E. E.; SHIMABUKURO, Y.; MIURA, T. **Técnicas avançadas de sensoriamento remoto aplicadas ao estudo de mudanças climáticas e ao funcionamento dos ecossistemas amazônicos**. Acta Amazonica, v. 35, n. 2, p. 259-272, 2005.

PROJETO MapBiomas v.3.0: Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <http://mapbiomas.org/pages/downloads>. Acesso em: out.2018

SHIMABUKURO, Y. E.; NOVO, E. M.; PONZONI, F. J. **Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n. 13, p. 1729-1737., 1998.

# **Apêndices**

**1 Tabela com a descrição das classes de legenda de Cobertura e Uso da Terra utilizadas no mapeamento**

**2 Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2**



**1 – Tabela com a descrição das classes de legenda de Cobertura e Uso da Terra utilizadas no mapeamento** (continua)

NÍVEL1	NÍVEL 2	NÍVEL 3 – Legenda		DESCRIÇÃO DO NÍVEL
1. Terras com Cobertura Natural	1.1 Florestal	1.1.1	Extração seletiva de madeira em área florestada	São áreas onde ocorre a extração seletiva de madeira para fins industriais (construção civil, construção naval carpintaria e movelaria). Nesses locais a derrubada da vegetação é feita seletivamente, uma a uma das espécies, sem descaracterização da cobertura vegetal na imagem de satélite; onde a vegetação aparece mais "rarefeita", mas permanece na imagem.
		1.1.2	Usos diversos em área florestada	São áreas onde ocorre a exploração dos recursos vegetais nativos, através da coleta ou apanha de produtos (sementes, folhas, frutos, flores, seivas, lenha, carvão, etc.), permitindo a produção sustentada ao longo do tempo, ou de modo primitivo e itinerante, bem como pequenas criações de animais para o sustento familiar. Essas atividades, acontecem sem que haja a descaracterização da cobertura vegetal. Também podem ser observadas a prática do turismo ecológico, estudos científicos, expedições de educação ambiental.
		1.1.3	Uso não identificado em área florestada	Nesta categoria, incluem-se os casos em que a informação de campo e de outras fontes de dados não asseguram ao intérprete definir uma classe de uso para determinada célula em área florestada.
	1.2. Campestre	1.2.1	Pastoreio em área campestre	Áreas de cobertura campestre sujeitas a atividades de pastoreio de baixa intensidade, sem descaracterização da cobertura vegetal.
		1.2.2	Outros usos em área campestre	São áreas de vegetação campestre onde ocorrem as atividades de: turismo ecológico, estudos científicos, expedições pedagógico-ambientais, coleta de sementes, folhas, frutos, flores, seivas, bem como a extração de madeira para lenha, carvão, etc., com fins industriais ou artesanais.
1.2.3		Uso não identificado em área campestre	Nesta categoria, incluem-se os casos em que a informação de campo e de outras fontes de dados não asseguram ao intérprete definir uma classe de uso para determinado polígono em área campestre	

**1 – Tabela com a descrição das classes de legenda de Cobertura e Uso da Terra utilizadas no mapeamento** (continuação)

NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3 – Legenda		DESCRIÇÃO DO NÍVEL	
2. Terras Cultivadas	2.1. Agricultura	2.1.1	Cultivos Temporários	Áreas cultivadas com lavouras temporárias, irrigadas ou não, sendo a terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio. As lavouras temporárias são as áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de curta duração (via de regra, menor que um ano) e que necessitam, geralmente, de um novo plantio após cada colheita. Incluem-se nesta categoria as áreas de plantas forrageiras destinadas ao corte; bulbos raízes e tubérculos; espécies temporárias produtoras de fibra; frutíferas temporárias diversas; monoculturas; graníferas e cerealíferas; hortícolas e floríferas; oleaginosas temporárias; e outros cultivos temporários	
		2.1.2	Cultivos Perenes	Áreas cultivadas com culturas de longa duração, que após a colheita não necessitassem de novo plantio, produzindo por vários anos sucessivos. Foram incluídas nesta categoria as áreas ocupadas por viveiros de mudas de culturas permanentes.	
		2.1.3	Cultivos / criações em pequena escala	Áreas agrícolas de pequena extensão, onde pode-se encontrar tanto a agricultura de subsistência quanto agricultura familiar, criações em pequena escala, programas de assentamento rural ou outro tipo de produção em áreas menores.	
		2.1.4	Sistemas agroflorestais	São uma categoria de uso da terra, na qual se combinam espécies arbóreas lenhosas (frutíferas e/ou madeireiras) com cultivos agrícolas e/ou animais, de forma simultânea ou em sequência temporal e que interagem econômica e ecologicamente em uma mesma unidade de terra.	
		2.1.5	Cultivos não identificados	Área agrícola onde não foi possível definir o tipo de uso.	
	2.2. Pastagem	2.2.1	2.2.1	Pecuária de animais de grande porte	Atividade onde os animais de grande porte (bovinos, bubalinos, equinos, asininos, muares, etc.) são criados em pastos plantados ou não, com objetivos econômicos. Via de regra, é uma atividade que privilegia a criação de gado bovinos/bubalinos para corte ou leite.
			2.2.2	Pecuária de animais de médio porte	Atividade onde os animais de médio porte (suínos; caprinos; ovinos) são criados em pastos plantados ou Não, com objetivos econômicos.
			2.2.3	Pecuária de animais de pequeno porte	Atividade de criação de animais de pequeno porte (galináceos, coelhos, codornas, aquicultura; piscicultura; ranicultura; apicultura, por exemplo) com fins de comércio ou subsistência.

**1 – Tabela com a descrição das classes de legenda de Cobertura e Uso da Terra utilizadas no mapeamento** (continuação)

NÍVEL1	NÍVEL 2	NÍVEL 3 – Legenda		DESCRIÇÃO DO NÍVEL
	2.3. Florestas plantadas	2.3.1	Silvicultura	Atividade ligada a ações de composição, trato e cultivo de maciços florestais, como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, de papel e celulose, produção de carvão vegetal/ combustível ou para o consumo familiar.
3. Corpos Água	3.1. Continental	3.1.1	Usos diversos em água continental	Uso de água continental para diferentes fins: pesquisa, captação para abastecimento; e/ou receptor de efluentes; geração de energia; transporte; lazer e desporto (natação, navegação, regatas, turismo, pesca amadora, etc.; pesca extrativa artesanal;
		3.1.2	Uso restrito em água continental	Uso de água continental com uma <u>única finalidade</u> : pesquisa, <u>ou</u> captação para abastecimento; receptor de efluentes; geração de energia; transporte; lazer e desporto (natação, navegação, regatas, turismo, pesca amadora, etc.; pesca extrativa artesanal;
		3.1.3	Uso não identificado em água continental	Área onde, mesmo com em que a informação de campo e de outras fontes de dados, não foi possível definir o uso na faixa de água continental
	3.2. Costeira	3.2.1	Usos diversos em água costeira	Área de água costeira utilizada para diferentes fins: pesquisa, captação para abastecimento; e receptor de efluentes <u>ou</u> ; geração de energia; transporte; lazer e desporto (natação, navegação, regatas, turismo, pesca amadora, etc....); pesca extrativa artesanal; etc.
		3.2.2	Uso restrito em água Costeira	Área de água costeira utilizada com uma <u>única finalidade</u> : pesquisa, <u>ou</u> captação para abastecimento; receptor de efluentes; geração de energia; transporte; lazer e desporto (natação, navegação, regatas, turismo, pesca amadora, etc....); pesca extrativa artesanal; etc.
		3.2.3	Uso não identificado em água costeira	Área onde, mesmo com em que a informação de campo e de outras fontes de dados, não foi possível definir o uso na faixa de água costeira.

**1 – Tabela com a descrição das classes de legenda de Cobertura e Uso da Terra utilizadas no mapeamento** (continuação)

NÍVEL1	NÍVEL 2	NÍVEL 3 – Legenda		DESCRIÇÃO DO NÍVEL
4. Áreas antrópicas Não agrícolas (Cotninua)	4.1. Áreas Urbanizadas	4.1.1	Concentrações urbanas	São as áreas legalmente definidas como urbanas e caracterizadas por construções, arruamentos e intensa ocupação humana, estando estas áreas afetadas por transformações decorrentes do desenvolvimento urbano. Pertencem a esta classe as CIDADES (sedes municipais) e VILAS (sedes distritais). Esta classe também permite incluir as áreas URBANO – INDUSTRIAL (são aquelas onde o segmento industrial é constituído por um número significativo de plantas industriais, desde micro e pequenas unidades até grandes empresas, podendo ocorrer dispersas na área nuclear delimitada) ou ainda as áreas definidas por COMPLEXOS INDUSTRIAIS (espaços podem estar instaladas indústrias, onde os processos industriais de certa forma se vinculam ou se interdependem. Podem estar associados ou ocorrerem em íntima proximidade funcional. Compreendem uma ampla variedade de indústrias, leves, pesadas, usinas, que podem manter vínculos com o setor agropecuário, ou ainda a algum parque tecnológico de inovações, podendo encontrar-se em contato com áreas urbanas.
		4.1.2	Adensamentos populacionais	São áreas onde foram edificadas localidades, situadas em área legalmente definida como rural e caracterizadas por um conjunto de construções adjacentes, com características de permanência, em área continuamente construída, com arruamentos reconhecíveis ou dispostos ao longo de uma via de comunicação. Podem ser: Aglomerados Rurais (povoados, núcleos e vilarejos); Aglomerados Rurais de Extensão Urbana; Agrovilas de Assentamentos, Aldeia Indígena, Comunidades Quilombolas.
4. Áreas antrópicas Não agrícolas (Continuação)	4.2. Áreas De Mineração	4.2.1	Áreas de mina	Conjunto de operações industriais coordenadas, para a extração mineral, objetivando o aproveitamento econômico da jazida, desde a extração das substâncias minerais até o beneficiamento das mesmas.
		4.2.2	Áreas de garimpo	No garimpo o trabalho de extração do mineral se utiliza de instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis na extração de minerais

**1 – Tabela com a descrição das classes de legenda de Cobertura e Uso da Terra utilizadas no mapeamento (conclusão)**

NÍVEL1	NÍVEL 2	NÍVEL 3 – Legenda		DESCRIÇÃO DO NÍVEL
	4.3. Outras Áreas Antrópicas não Agrícolas	4.3.1	Áreas com extração madeireira	São grandes áreas onde foi retirada a cobertura vegetal, para exploração madeireira. Difere da extração seletiva de madeira, por alterar grandes extensões de terra, descaracterizando a cobertura vegetal.
		4.3.2	Uso não identificado em áreas antropizadas	São áreas antropizadas não agrícolas onde não foi possível identificar qual o uso que descaracterizou a cobertura vegetal.
5. Áreas Descobertas (Continua)	5.1. Praias, dunas e bancos de areia	5.1.1	Usos diversos em áreas de dunas, praias e banco de areia	Área de duna, ou praia ou banco de areia. utilizada para diferentes fins: lazer, pesquisa, extração de areia, geração de energia, etc.
		5.1.2	Uso não identificado em áreas de dunas, praias e banco de areia	Área onde, mesmo com a informação de campo e de outras fontes de dados, não foi possível definir o uso na faixa de duna, ou praia ou banco de areia.
	5.2. Afloramentos Rochosos	5.2.1	Usos diversos em área de afloramentos rochosos	Área de afloramento rochoso, utilizada para diferentes fins: lazer, pesquisa, etc.
		5.2.2	Uso não identificado em áreas de afloramentos rochosos	Área onde, mesmo com em que a informação de campo e de outras fontes de dados, não foi possível definir o uso na faixa de afloramento rochoso.
5. Áreas Descobertas (Conclusão)	5.3. Outras áreas descobertas	5.3.1	Uso não identificado em áreas descobertas	Nesta categoria, incluem-se os casos em que a informação de campo e de outras fontes de dados não asseguram ao intérprete definir uma classe de uso para determinado polígono em área descoberta.

Fonte: IBGE. Gerência de Recursos Naturais - UE/PA, (2018).



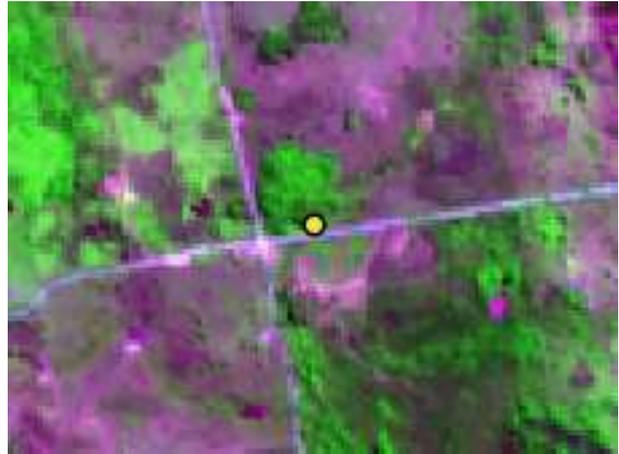
## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

(Continua)

### Classe 1.1.2 – Usos diversos em área florestada



**Foto 1:** Área florestada antropizada  
Autor: Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 25/08/2018



**Ponto GPS 47:** 05°03’ 08.6’’S e 50° 40’ 33.5’’W Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Novo Repartimento – PA. Rodovia – BR-230- - travessão 4

### Classe 1.1.2 – Usos diversos em área florestada



**Foto 2:** Área florestada antropizada  
Autor: Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 29/08/2018

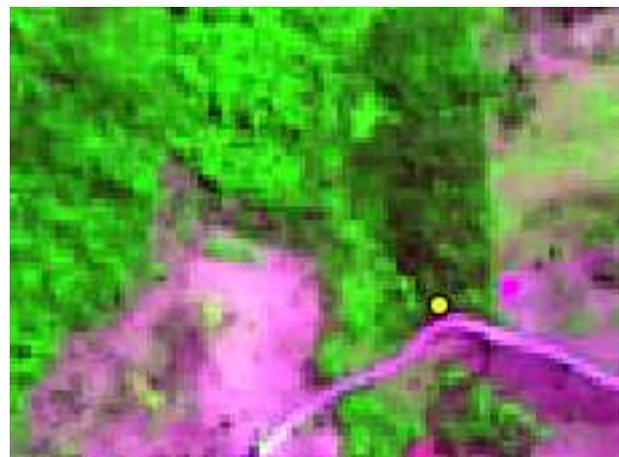


**Ponto GPS 81:** 05°38’ 11.0’’ S e 49°26’ 58.6’’W – Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Marabá- PA. Vicinal da Rodovia BR- 155, 6 km rumo Oeste, após a Vila Itainópolis.

### Classe 1.1.2 – Usos diversos em área florestada



**Foto 3:** Área florestada antropizada com predominância de palmeiras de babaçu  
Autor: Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 24/08/2018



**Ponto GPS 17:** 4°50’ 44.0’’S e 49°40’ 9.3’’W – Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Itupiranga – PA. Vicinal da Rodovia BR230, km 92.

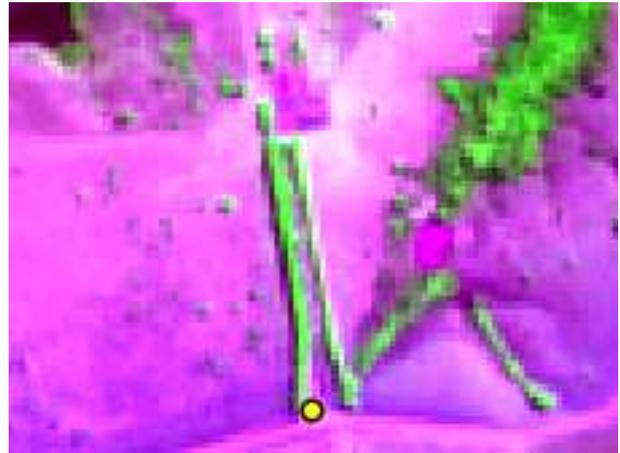
## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

### Classe 1.1.2 – Usos diversos em área florestada

(Continuação)



**Foto 4:** Área florestada antropizada com predominância de palmeiras de babaçu  
Autor: Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 24/08/2018

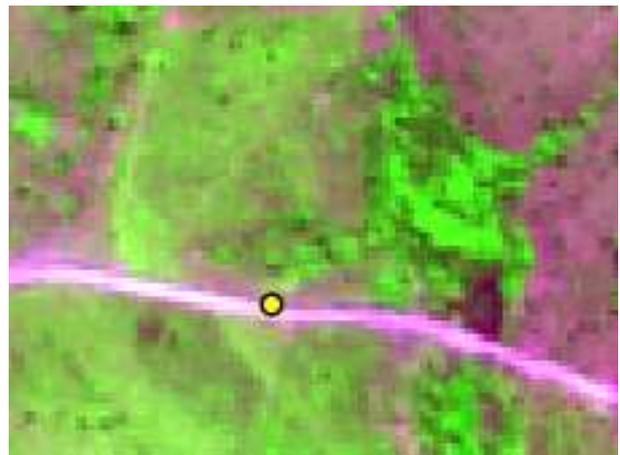


**Ponto GPS 32:** 5°27’16.0’’S e 49°28’15.1’’W – Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. de Marabá. Fazenda Gameleira. BR-222.

### Classe 1.1.2 – Usos diversos em área florestada



**Foto 5:** Área florestada antropizada com predominância de palmeiras de babaçu  
Autor: Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 24/08/2018

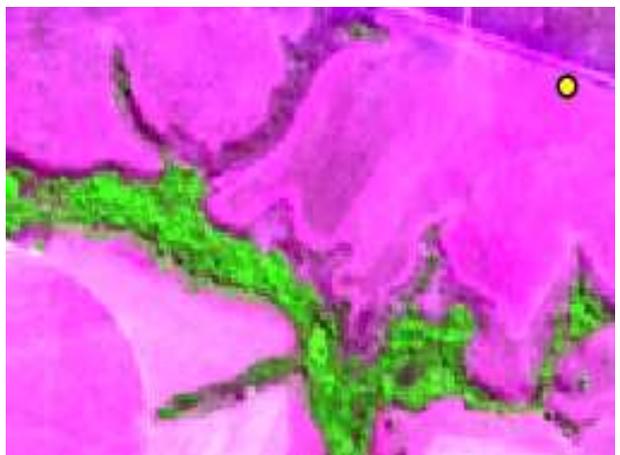


**Ponto GPS 39:** 5°22’15.4’’S e 50°13’48.7’’W – Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Município de Marabá, BR-222.

### Classe 2.1.1 – Cultivos temporários



**Foto 6:** Cultivo de grãos  
Autor: Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 24/08/2018



**Ponto GPS 36:** 5°24’39,3’’S; 49°52’46,09’’W. Imagem Sentinel-2. Composição RGB482 – Mun. Marabá – PA. Rodovia BR-222 – Fazenda São Francisco.

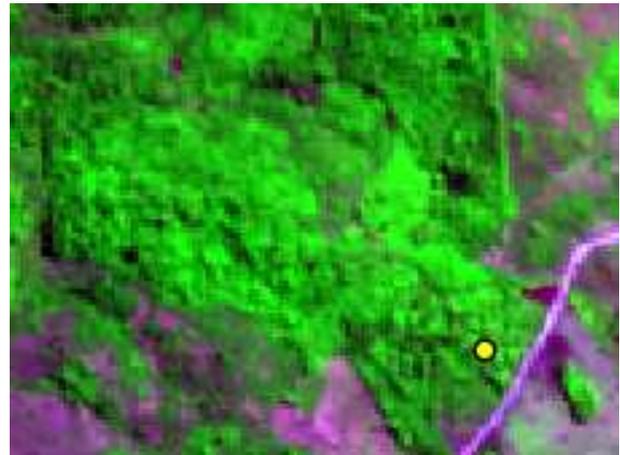
## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

(Continuação)

### Classe 2.1.4 – Sistemas Agroflorestais



**Foto 7:** Plantio de cacau consorciado com espécies arbóreas nativas  
Autor: Manuela Mendonça de Alvarenga, 27/08/2018

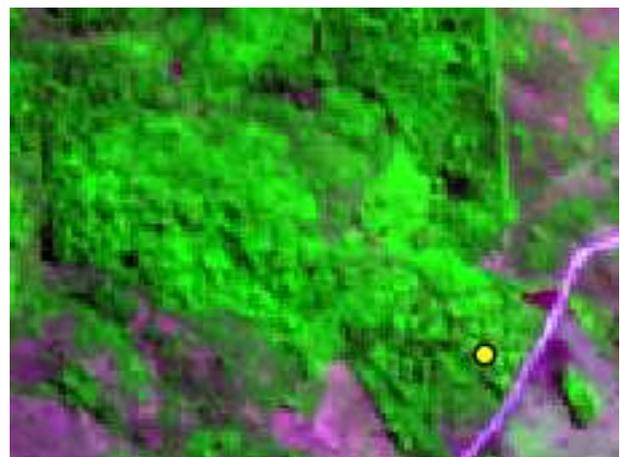


**Ponto GPS 60:** 4°47'8.1"S; 50°39'13.4"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Novo Repartimento – PA. Vicinal da Rodovia BR-230

### Classe 2.1.4 – Sistemas Agroflorestais



**Foto 8:** Plantio de cacau consorciado com espécies arbóreas nativas  
Autor: Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 27/08/2018



**Ponto GPS 60:** 4°47'8.1"S; 50°39'13.4"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Novo Repartimento – PA. Vicinal da Rodovia BR-230

### Classe 2.2.1 – Pecuária de animais de Grande Porte



**Foto 9:** Pastagem com pecuária bovina  
Autor: Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 29/08/2018



**Ponto GPS 82:** 5°37'41.8"S; 49°28'36.4"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Marabá – PA. Vicinal da Rodovia BR-155. Fazenda Padre Cícero

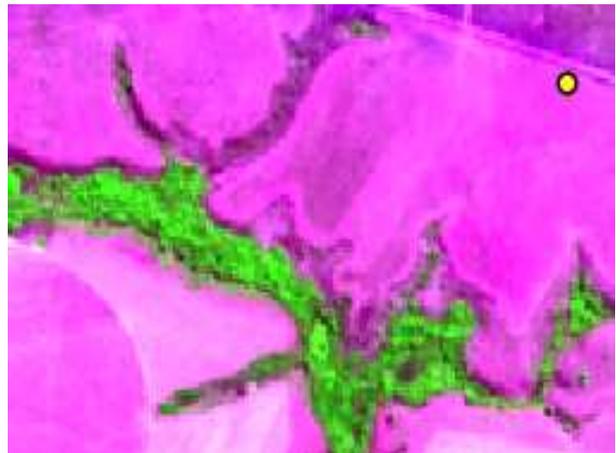
## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

(Continuação)

### Classe 2.1.1 – Cultivos temporários



**Foto 10:** Cultivo de grãos  
Autor: Manuela Mendonça de Alvarenga, 24/08/2018

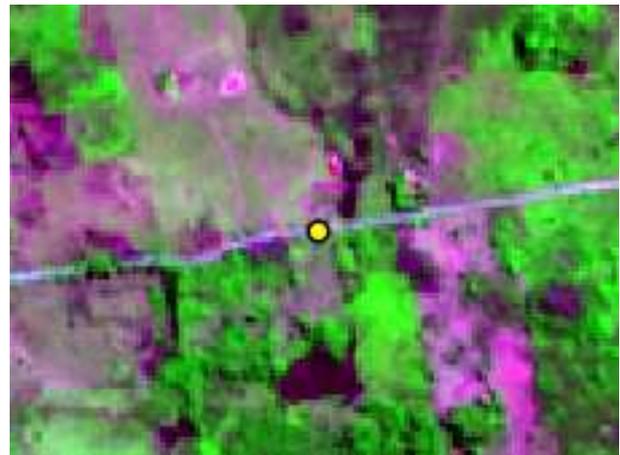


**Ponto GPS 36:** 5°24'39,3"S; 49°52'46,09"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Marabá – PA. Rodovia BR – 222. Fazenda São Francisco.

### Classe 2.1.3 – Cultivos/Criações em Pequena Escala



**Foto 11:** Atividades agrícolas diversificadas: pecuária e hortifrutigranjeiro  
Autor: Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 25/08/2018



**Ponto GPS 46:** 5°3'2.4"S; 50°39'52.6"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Novo Repartimento- PA. Comunidade Bom Jesus da Lapa. Rodovia BR-230 – travessão 4

### Classe 2.1.3 – Cultivos/Criações em Pequena Escala



**Foto 12:** Empreendimento Familiar Rural com cultivos de banana, pimenta do reino e criação de gado  
Autor: Manuela Mendonça de Alvarenga, 24/08/2018



**Ponto GPS 43:** 5°16'38.9"S; 50°27'16.7"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Marabá – PA- Rodovia BR - 222 cerca de 4 km rumo à Vila Cruzeiro do Sul

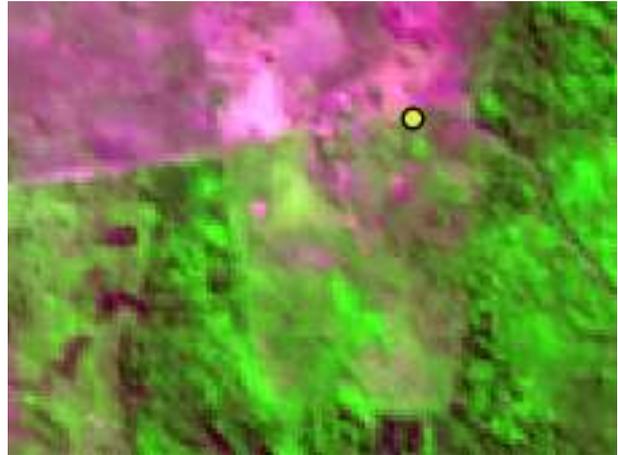
## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

### Classe 2.2.1 – Pecuária de animais de Grande Porte

(Continuação)



**Foto 13:** Pastagem com pecuária bovina  
**Autor:** Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 25/08/2018

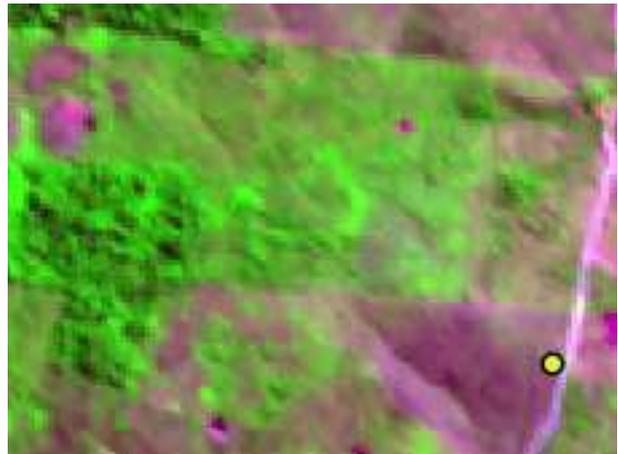


**Ponto obs 1:** 05°00’48.9’’S; 50°26’10.0’’W. Imagem do Sentinel 2. Composição RGB482. Mun. Itupiranga – PA. Vicinal BR – 230, bordejando a Terra Indígena Parakanã

### Classe 2.2.1 – Pecuária de animais de Grande Porte



**Foto 14:** Avanço da pastagem sobre a Floresta  
**Autor:** Joana D’Arc Carmo Arouck Ferreira, 25/08/2018

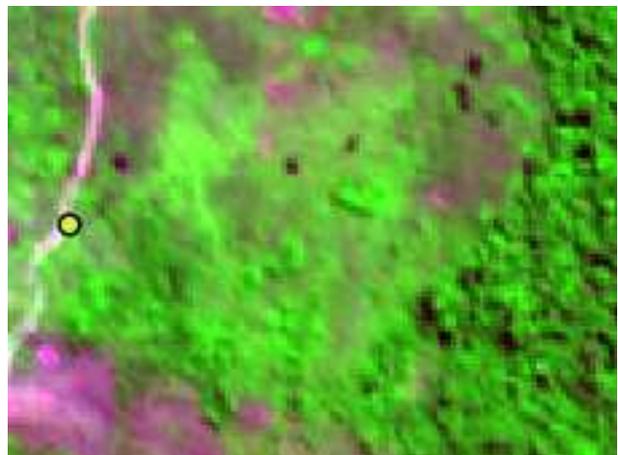


**Ponto obs 2:** 04°58’48.7’’S; 50°26’34,3’’W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Itupiranga – PA. Vicinal BR – 230, bordejando a Terra Indígena Parakanã

### Classe 2.2.1 – Pecuária de animais de Grande Porte



**Foto 15:** Avanço da pastagem sobre a Floresta  
**Autor:** Manuela Mendonça de Alvarenga, 25/08/2018



**Ponto obs 3:** 04°57’41.4’’S; 50°26’18.5’’W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Itupiranga – PA. Vicinal da BR – 230, bordejando a Terra Indígena Parakanã

## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

### Classe 2.2.1 – Pecuária de animais de grande porte

(Continuação)



**Foto 16:** Pastagem com gado bovino  
Autor: Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 29/08/2019



**Ponto obs 4** 05°37'51"S; 49°27'39"W. Imagem do Sentinel 2. Composição RGB482. Mun. Marabá - PA. Vicinal da BR-155. Fazenda Padre Cícero

### Classe 2.3.1 – Silvicultura



**Foto 17:** Plantação de Teka consorciada com Eucalipto  
Autor: Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 22/08/2019

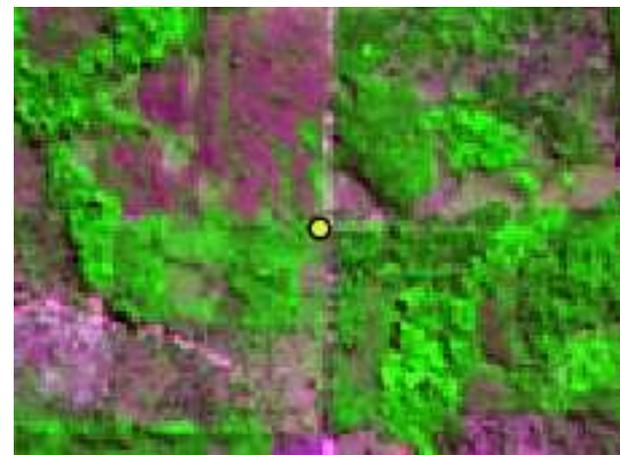


**Ponto GPS 12:** 05°0'40.2"S ; 49°20'25.0"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Itupiranga – PA. BR- 230, vicinal do Tauari.

### Classe 2.3.1 – Silvicultura



**Foto 18:** Plantação de Eucalipto  
Autor: Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 22/08/2019



**Ponto obs 5** :04°58'56.7"S; 49°21'33.8"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Itupiranga – PA. BR- 230, vicinal do Tauari

## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

(Continuação)

### Classe 3.1.1 – Usos diversos em água continental



**Foto 19:** Rio Tocantins. Transporte e lazer  
**Autor:** Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 22/08/2018



**Ponto GPS F07:**05°00'04"S ; 49°20'01"W . Imagem do Sentinel 2 . Composição RGB482.Beira do Rio Tocantins., Mun .Itupiranga – PA, Vila Tauari.

### Classe 3.1.1 – Usos diversos em água continental



**Foto 20:** Lagoa em meio a pastagem  
**Autor:** Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 27/08/2018



**Ponto GPS 56:** 04°44'58"S ; 50°20'09"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482 .Mun. Novo Repartimento – Vicinal da Rodovia BR-230. Vila Neteolândia.

### Classe 4.1.1 – Concentrações urbanas



**Foto 21:** Municipio de Itupiranga  
**Autor:** Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 22/08/2018



**Ponto GPS 14:** 05°7'46.2"S; 49°19'54.9"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Município de Itupiranga - PA

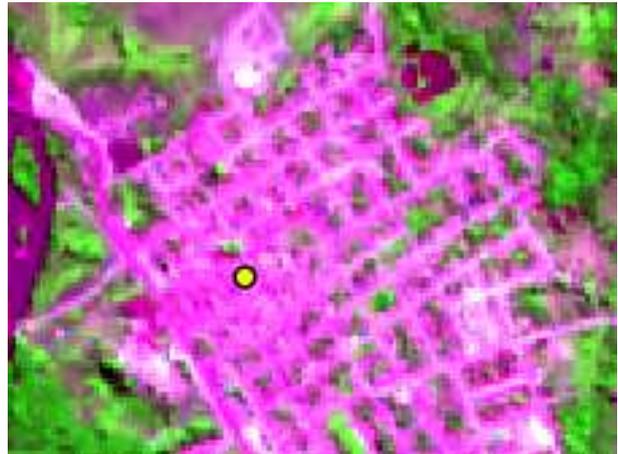
## 2 - Demonstrativo de fotos de campo comparadas às suas respostas espectrais em cenas Sentinel-2

(Conclusão)

### Classe 4.1.2 – Adensamentos populacionais



**Foto 22:** Vila Cajazeiras, Mun. Itupiranga - PA  
**Autor:** Manuela Mendonça de Alvarenga, 24/08/2018



**Ponto GPS 07:** 04°57'53.1"S; 49°26'51.9"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Município de Itupiranga-PA. Cajazeiras.

### Classe 4.1.2 – Adensamentos populacionais



**Foto 23:** Vila Vitória da Conquista de Carajás, Mun. Novo Repartimento - PA  
**Autor:** Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira, 25/08/2018

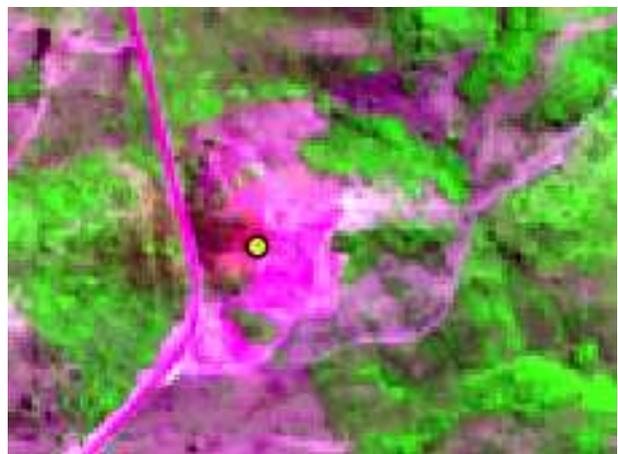


**Ponto GPS 48:** 50°63'12.92; 05°01'17"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Novo Repartimento – PA, Vila Vitória da Conquista de Carajás. Rodovia BR-230.

### Classe 4.2.1 – Áreas de mina



**Foto 24:** Lavra de exploração de brita  
**Autor:** Manuela Mendonça de Alvarenga, 23/08/2018



**Ponto GPS F04:** 04°54'16.9"S ; 49°28'36.0"W. Imagem do Sentinel-2. Composição RGB482. Mun. Itupiranga – PA, ca de 8 km rumo Norte da Vila Cajazeiras. Rodovia BR- 230

## **Equipe Técnica**

### **Diretoria de Geociências**

#### **Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**

Luciana Mara Temponi

### **Gerência de Recursos Naturais - UE/PA**

Pedro Edson Leal Bezerra

Mário Ivan Cardoso de Lima

### **Produção do Relatório**

Alda Monteiro Barbosa

Joana D'Arc do Carmo Arouck Ferreira

Luis Henrique Rocha Guimarães

Manuela Mendonça de Alvarenga

Maria Denise Ribeiro Bacelar

Otto Marques dos Santos Neves

### **Colaboração**

Djalma Cardoso de Almeida

### **Estagiária colaboradora**

Isabela Alves Miranda

Se o assunto é **Brasil**,  
procure o **IBGE**.



/ibgecomunica



/ibgeoficial



/ibgeoficial



/ibgeoficial

**www.ibge.gov.br** 0800-721-8181

