

TEXTOS PARA DISCUSSÃO

DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS

n.4

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DAS MUDANÇAS

DE COBERTURA E USO DA TERRA

NO BRASIL - 2014-2016

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 G. 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**

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

### **UNIDADE RESPONSÁVEL**

Diretoria de Geociências  
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

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. 4

# **Avaliação da dinâmica das mudanças de Cobertura e Uso da Terra no Brasil - 2014-2016**



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 978-85-240-4519-6

© 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**

---

Avaliação da dinâmica das mudanças de uso da terra no Brasil 2014-2016,  
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - Rio de Janeiro : IBGE, 2019.

53p. – (Textos para discussão. Diretoria de Geociências,  
ISSN 1806-4531; n. 4)

Bibliografia: p. 39  
ISBN 978-85-240-4519-6

1. Solo – Uso. 2. Solos. 3. Mapeamento do solo. 4. Planejamento. 5. Brasil. I. IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. II. Série.

CDU 332.3(81)  
AMB

---

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	<b>9</b>
2.1. MATERIAIS.....	<b>9</b>
2.2. MÉTODOS.....	<b>10</b>
2.2.1. <i>Intensidade das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra – IIM</i> .....	<b>11</b>
2.2.2. <i>Magnitude das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra – IMM</i> .....	<b>13</b>
2.2.3. <i>Indicador de Dinâmica das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra– IDM</i> .....	<b>14</b>
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
3.1. PANORAMA DAS MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA DO BRASIL NO PERÍODO 2014-2016 .....	<b>17</b>
3.2. AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DAS MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA NO BIÊNIO 2014-2016.....	<b>19</b>
3.2.1. <i>Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Muito Alto entre 2014 e 2016</i> .....	<b>21</b>
3.2.1.1. Arco do Desmatamento.....	<b>22</b>
3.2.1.2. Centro-Sul: Região Geográfica Intermediária de Campo Grande.....	<b>25</b>
3.2.2. <i>Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Alto entre 2014 e 2016</i> .....	<b>26</b>
3.2.2.2. Matopiba.....	<b>28</b>
3.2.2.3. Centro-Sul.....	<b>31</b>
3.2.3. <i>Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Médio entre 2014 e 2016</i> .....	<b>31</b>
3.2.3.1. Matopiba – Expansão para o Norte .....	<b>32</b>
3.2.3.2. Centro-Sul.....	<b>35</b>
3.2.3.3. Pampas Gaúchos: Rio Grande do Sul .....	<b>36</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>
<b>APÊNDICE 1 – METODOLOGIA DE PROCESSAMENTO DOS DADOS</b> .....	<b>41</b>

## **Lista de siglas e abreviações**

CUT: Cobertura e Uso da Terra

GRE: Grade de Referência Estatística

GRN: Gerência de Recursos Naturais

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDM: Indicador de Dinâmica de Mudanças

IIM: Indicador de Intensidade de Mudanças

IMM: Indicador de Magnitude de Mudanças

MATOPIBA: Maranhão Tocantins Piauí Bahia

MCUT: Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra

REGINT: Região Geográfica Intermediária

SCUT: Sistema de Cobertura e Uso da Terra

UE/PA: Unidade Estadual do Pará

## **Apresentação**

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, através da Diretoria de Geociências, apresenta nesta publicação os resultados da Avaliação da Dinâmica das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil referente ao período entre os anos de 2014 e 2016. Este trabalho é realizado com base nos resultados do Monitoramento das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra, também executado pelo IBGE, do qual representa um importante complemento, na medida em que aborda maiores detalhes sobre a dinâmica de ocupação do território, tendo como sustentação as formas de utilização da terra e suas transformações.

Para tanto, foi construído um indicador a partir das medidas de intensidade e de magnitude dessas mudanças denominado de Indicador de Dinâmica de Mudanças, que tornou possível apontar, dentre as Regiões Geográficas Intermediárias do Brasil, aquelas onde as alterações na cobertura e usos são mais acentuadas, bem como a sua representação no Mapa da Dinâmica das Mudanças da Cobertura e Uso da Terra no Brasil – 2014–2016.

A proposta desta publicação é fornecer avaliações sistemáticas dos resultados do monitoramento, sempre no ano seguinte à publicação de uma edição, de modo a melhor entender os processos e as alterações nas formas de ocupação e organização do espaço geográfico rural, em termos de sua utilização no Brasil, a cada dois anos.

A Diretoria de Geociências do IBGE, através de sua Gerência de Mapeamento e Sensoriamento Remoto da Coordenação de Geografia e Meio Ambiente (CGEMA), e da Gerência de Recursos Naturais da Unidade Estadual do IBGE no Pará (GRN-PA), espera que os usuários encontrem nesta publicação uma valiosa fonte de informação e agradece as eventuais críticas e sugestões.



## **1. Introdução**

Os estudos de Uso da Terra são úteis para o monitoramento das formas de ocupação e de organização do espaço, e constituem importante instrumento de suporte a ações gerenciais e à tomada de decisão. Eles fornecem ao gestor subsídios para, entre outras possibilidades, acompanhar a dinâmica das mudanças na cobertura e uso da terra e, a partir daí fomentar ou reorientar o processo de ocupação do território, promovendo o seu contínuo ordenamento.

Em 2015, o IBGE passou a publicar os dados do Projeto de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil que, a cada dois anos, representa em mapa a distribuição espacial das seguintes classes temáticas, segundo a versão mais recente: 1-Área Artificial, 2-Área Agrícola, 3-Pastagem com Manejo, 4-Mosaico de Ocupações em Área Florestal, 5-Silvicultura, 6-Vegetação Florestal, 9-Área Úmida, 10-Vegetação Campestre, 11-Mosaico de Ocupações em Área Campestre, 12-Corpo d'Água Continental, 13-Corpo d'Água Costeiro e 14-Área Descoberta (IBGE, 2018).

O projeto visa espacializar e quantificar as transformações que ocorrem entre uma classe e outra ao longo do tempo, fornecendo importantes insumos aos estudos de contabilidade ambiental, principalmente no que se refere aos estoques físicos dos ativos e passivos ambientais.

Outra aplicação importante dos dados apresentados pelo monitoramento é a análise da dinâmica do território em termos de processo de ocupação, de utilização da terra e de suas transformações. Nesse sentido, a equipe da Gerência de Recursos Naturais (GRN) da Unidade Estadual do Pará (UE/PA), através de documento interno, apresentou uma proposta de metodologia de avaliação da dinâmica das mudanças na Cobertura e Uso da Terra com base nos dados publicados do monitoramento do IBGE. O objetivo específico da proposta era o de apontar as áreas, ou a área, de maior dinamismo no Brasil, entre duas edições do monitoramento. Tais áreas foram denominadas internamente de hot spots (pontos quentes, em tradução livre) no processo de ocupação e utilização da terra. A elas deveriam ser direcionados estudos em escala de maior detalhe, com vistas ao desenvolvimento de tecnologias voltadas a melhorias na velocidade, na resolução e na precisão de obtenção dos dados de cobertura e uso da terra e sua aplicação no trabalho de monitoramento.

Como um desdobramento dessa proposta, são apresentados, neste texto, os resultados da avaliação da dinâmica das mudanças na cobertura e uso da terra, verificados entre as edições de 2014 e 2016. Com fundamento em uma medida quantitativa denominada de Indicador de Dinâmica de Mudança – IDM, agrupada

estatisticamente em uma escala de cinco valores qualitativos que variam desde “Muito Alto” a “Muito Baixo”, apresenta-se um Mapa da Dinâmica das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil, para o período de referência.

A partir deste mapa, é possível visualizar as áreas onde elas foram mais significativas, ou acentuadas, sendo feita ao longo do texto uma análise sucinta dos processos relacionados, ilustrada por gráficos e tabelas. A partir dos valores quantitativos de IDM também é possível apontar os citados hot spots ou apresentar um ranking das áreas segundo as suas dinâmicas de mudanças.

A unidade de referência espacial utilizada nesta avaliação foi a Região Geográfica Intermediária – REGINT, por estar esse recorte administrativo disponível para todo o território nacional, e pelas dimensões dos recortes cuja cobertura do território nacional resulta numa quantidade de unidades ideal para a avaliação proposta. Além disso, de acordo com IBGE (2017), as REGINT guardam características de regionalização “delineada pela dinâmica dos processos de transformação ocorridos recentemente e operacionalizada a partir de elementos concretos como rede urbana, classificação hierárquica dos centros urbanos, detecção dos fluxos de gestão público e privado, entre outros”.

Na abordagem deste documento, os critérios de análise se detiveram nos indicadores qualitativos Muito Alto, Alto e Médio. Entre estas áreas destacam-se o arco do desmatamento, o MATOPIBA<sup>1</sup> e a região conhecida como Centro-Sul, merecendo destaque também as modificações ocorridas nos Pampas Gaúchos.

---

<sup>1</sup> MATOPIBA foi um recorte regional elaborado inicialmente no âmbito da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) assim batizado em 2015, que passou a ser utilizado em discussões referentes ao planejamento econômico e político da região. A sigla consiste na junção das siglas dos Estados aos quais se refere (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). (SOUZA e PEREIRA, 2019)

## **2. Metodologia**

Esta seção se destina a descrever as premissas, os materiais e os métodos adotados para a Avaliação da Dinâmica das Mudanças de Uso da Terra no Brasil para o período entre 2014-2016.

Ao longo do texto emprega-se a expressão classe de uso como referência às 14 unidades de representação da Cobertura e Uso da Terra estabelecidas pelo sistema de classificação utilizada no monitoramento do IBGE (2018), e tipo de mudança, ao processo de transformação entre duas classes de uso ao longo do biênio estudado.

A expressão dinâmica de mudanças, por seu turno, refere-se às transformações verificadas em uma determinada unidade de referência espacial, quando se compara a classe de uso inicial observada em 2014, com a classe de uso final registrada em 2016.

É importante também esclarecer que os resultados apresentados visam a, tão somente, apontar e quantificar, através de um indicador numérico, as áreas onde ocorrem, ou não, transformações importantes ou mais significativas, na cobertura e uso da terra em Território Nacional, ao longo de um biênio. Nesta avaliação desconsidera-se qualquer conotação preservacionista ou degradacionista, assim como não há nenhuma pretensão de se estabelecer uma escala de qualidade nessas transformações.

### **2.1. Materiais**

A estrutura de representação dos dados do Monitoramento das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra do Brasil (MCUT) do IBGE em grade estatística permite análises temporais e, por conseguinte, avaliações da dinâmica dessas mudanças, através da comparação entre duas ou mais edições. O insumo básico para se aferir a dinâmica das mudanças na cobertura e uso da terra são os arquivos vetoriais, no formato shapefile, do monitoramento realizado pelo IBGE a cada dois anos, tendo sido utilizada a sua última versão publicada em 2018 (IBGE, 2018). Este monitoramento é publicado com os resultados agregados à Grade de Referência Estatística – GRE (IBGE, 2016) em células de 1 km x 1 km (1 km<sup>2</sup>), e possui uma série histórica que abrange os anos de 2000, 2010, 2012, 2014 e 2016.

As unidades territoriais de análise utilizadas, ou unidades de mapeamento, foram os limites das Regiões Geográficas Intermediárias do ano de 2017, disponíveis no portal do IBGE, em shapefile, na seção “Geociências”, subseção “Organização do

território”, tema “Divisão Regional” (IBGE, 2017), que foram convertidas para formato matricial (raster) com células de 1 km x 1 km (1 km<sup>2</sup>), mesma resolução espacial do monitoramento. A representação destes insumos em uma mesma resolução espacial tornou possível a integração dos dados oriundos de fontes e escalas diversas e, conseqüentemente, da avaliação aqui relatada.

Os aplicativos utilizados para a metodologia foram o LibreOffice Calc, a planilha Microsoft Excel e ArcGIS 10.3 (ESRI, 2015).

## **2.2. Métodos**

Os pressupostos básicos que nortearam o desenvolvimento da metodologia envolvem a consideração de que na avaliação da dinâmica das mudanças na Cobertura e Uso da Terra, duas variáveis devem ser consideradas: i) a intensidade; e ii) a magnitude das mudanças ocorridas em uma determinada unidade espacial, ou polígono de mapeamento.

A unidade espacial pode ser obtida em qualquer divisão natural, política, social ou a administrativa disponível para o Território Nacional, a exemplo dos Biomas, Ecossistemas, Unidades da Federação, Municípios, Regiões Naturais ou Geográficas. Na presente edição, as análises foram feitas considerando-se as Regiões Geográficas Intermediárias do Brasil (IBGE, 2017).

A variável intensidade é definida a partir dos tipos de mudanças ocorridas na unidade espacial entre as 14 classes de cobertura e uso da terra, consideradas no monitoramento realizado pelo IBGE a cada dois anos. A cada classe resultante da mudança se atribui um coeficiente de peso, ou seja, um valor que aponta o grau de transformação da cobertura ou uso da terra em relação à sua cobertura vegetal original.

A variável magnitude, por sua vez, é entendida como um indicador da extensão dessas transformações sendo medida a partir da área, em km<sup>2</sup>, da classe resultante da mudança em cada unidade espacial.

Do produto entre os valores de intensidade e magnitude, e de sua normalização, a partir do maior valor possível para uma escala de referência, obtém-se um indicador numérico que representa a dinâmica das mudanças ocorridas nas unidades espaciais, em cada biênio coberto pelo monitoramento, e que será denominado de Indicador da Dinâmica de Mudança (IDM).

Através de processamento estatístico pelo classificador Jenks Natural Breaks (quebras naturais de Jenks, em tradução livre) do ArcGis 10.3, sobre os IDMs

encontrados, definem-se os seis intervalos de valores aos quais se atribui uma escala qualitativa que torna possível apontar — e mapear no território — onde as dinâmicas das mudanças são muito altas, altas, médias, baixas ou muito baixas.

### **2.2.1. Intensidade das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra – IIM**

Para quantificar a intensidade de mudança, o primeiro passo é identificar as células que sofreram mudanças no período de referência, ou seja, as mudanças ocorridas entre o monitoramento de 2014, comparado com o de 2016, publicado em 2018 (IBGE, 2018). Assim, as células com as classes de cobertura e uso são listadas e discriminadas através de concatenação em um novo campo da tabela de atributos contendo as classes do ano de 2014 concatenadas às classes do ano de 2016, totalizando assim, 40 tipos de mudanças de uma classe para outra, em todo o Brasil, entre as 144 possíveis (12 x 12 classes de CUT excluídas as classes correspondentes à massa d'água).

Com as células identificadas, os tipos de mudanças são organizados de acordo com uma **matriz de pesos**, que é um modelo de análise onde são atribuídos valores de intensidade entre 1 e 3 às classes finais de um período bianual de mudanças na cobertura e uso da terra.

No Quadro 1 está representada a matriz de pesos, com as gradações de valores e cores possíveis para a variável Intensidade da Mudança (IIM) a partir das alterações da classe de cobertura e uso da terra encontradas de um ano de referência para o outro. Na matriz pode ser verificada a mudança de classe de cada linha pelas respectivas classes de cada coluna, em uma escala de 1,0 a 3,0. O valor 1,0 aponta a impossibilidade de ocorrer esta mudança na natureza; ou a ausência de interpretação no mapeamento por grade de 1 km<sup>2</sup> do Monitoramento de CUT; ou a não ocorrência de mudanças no período considerado. O valor 3,0 aponta a mudança de intensidade mais drástica em relação à cobertura vegetal do ambiente original.

Nesta escala, há valores intermediários que variam de 0,5 em 0,5. Quando a mudança a partir de qualquer classe resultar em cobertura vegetal (florestal ou campestre) ou em área úmida, atribui-se o valor **1,5**; se em mosaicos de ocupação em área florestal ou campestre, o valor **2**. Às mudanças verificadas entre uma e outra dentre as classes: silvicultura, uso agrícola, pastagem, área artificial e área descoberta, atribuiu-se o grau **2,5**. Se a classe inicial (2014) for vegetação (florestal ou campestre): atribuiu-se valor **2** se a classe final for de mosaico florestal ou campestre, e **3** se for uma das demais classes de Uso (silvicultura, uso agrícola, pastagem, área

artificial e área descoberta). Assim, a escala completa de intensidade de mudança (IIM), neste estudo, compreende os valores: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0.

Como resultado deste procedimento, obtém-se, para cada célula, um valor de intensidade por tipo de mudança na cobertura e uso da terra, conforme exposto no Quadro 1.

**Quadro 1: Matriz de pesos para o Indicador Qualitativo de Intensidade da Mudança por Classe de Cobertura e Uso da Terra (IIM).**

Copia\_relatorio\_2

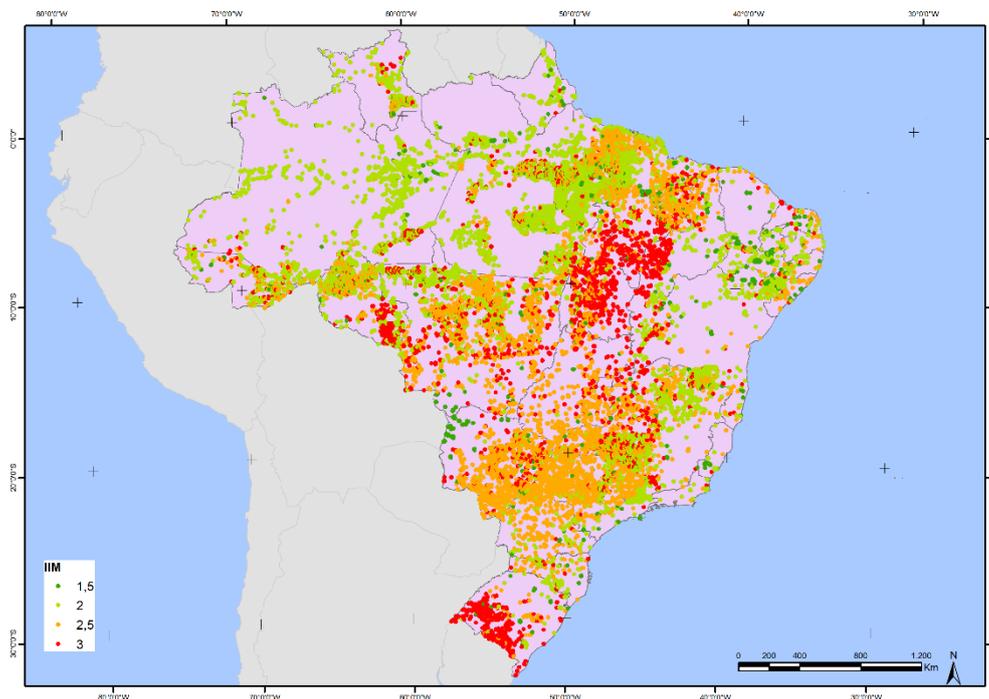
	Vegetação Florestal	Vegetação Campestre	Área Úmida	Mosaico de Ocup. em Área Florestal	Mosaico de Ocup. em Área Campestre	Silvicultura	Área Agrícola	Pastagem com Manejo	Área Artificial	Área Descoberta	Corpo D'Água Continental
Vegetação Florestal	-	1	1,5	2	2	3	3	3	3	3	1
Vegetação Campestre	1	-	1,5	2	2	3	3	3	3	3	1
Área Úmida	1,5	1,5	-	2	2	3	3	3	3	3	1
Mosaico de Ocup. em Área Florestal	1,5	1,5	1,5	-	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1
Mosaico de Ocup. em Área Campestre	1,5	1,5	1,5	1	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1
Silvicultura	1,5	1,5	1,5	2	2	-	2,5	2,5	2,5	2,5	1
Área Agrícola	1,5	1,5	1,5	2	2	2,5	-	2,5	2,5	2,5	1
Pastagem com Manejo	1,5	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	-	2,5	2,5	1
Área Artificial	1,5	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	-	2,5	1
Área Descoberta	1,5	1,5	1,5	2	2	3	3	3	3	-	1
Corpo D'Água Continental	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Corpo D'Água Costeiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A Figura 1 representa as distribuições das células indicadoras de mudanças de cobertura e uso da terra, no território nacional, em suas respectivas intensidades ocorridas no período avaliado. Visto que as células do MCUT possuem 1 km<sup>2</sup> de área, cada ponto representa 1 km<sup>2</sup> de mudança de uma classe de CUT para outra classe, sendo as cores o indicador de intensidade desta mudança.

Nesta etapa, a variável intensidade ainda é um dado contínuo distribuído por todo Brasil, por se tratar de células de 1 km<sup>2</sup> de mapeamento, provenientes do MCUT. Estes valores são relacionados, por tipo de mudança ocorrida, em um terceiro campo criado na tabela de atributos das unidades espaciais. A etapa seguinte é direcionar a avaliação do comportamento espacial da mudança e, conseqüentemente, a quantificação da “magnitude” (IMM) das mudanças na Cobertura e Uso da Terra em consonância com os valores de “Intensidade” (IIM), conforme o exposto.

**Figura 1: Distribuição das células com seus respectivos Indicadores Qualitativos de Intensidade da Mudança por Classe de Cobertura e Uso da Terra (IIM), entre 2014 e 2016, por km<sup>2</sup>, no Brasil**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

### **2.2.2. Magnitude das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra – IMM**

A magnitude das mudanças na cobertura e uso da terra, é um indicador que mede a **extensão** das mudanças em cada unidade de mapeamento. É importante ressaltar que, no presente trabalho, utilizou-se como unidade de análise de mapeamento a divisão territorial brasileira no nível de Regiões Geográficas Intermediárias (REGINT), mas que o método é aplicável a qualquer referência espacial do território, incluindo biomas, regiões naturais/ecorregiões, bacias hidrográficas, sistemas naturais, entre outros.

Em relação a isso, uma questão que permeou a construção desse indicador auxiliar foi a escolha do tipo de medida de extensão mais adequada para o objetivo pretendido. Isto porque a extensão, ou magnitude, das mudanças em uma determinada unidade de mapeamento, no caso as REGINT, pode ser medida em valores absolutos (km<sup>2</sup> ou ha por exemplo), ou em valores relativos, caso em que se estabelece uma proporção (porcentagem, por exemplo) em relação a uma referência espacial. As medidas relativas se constituem em melhores indicadores quando a relação é estabelecida entre populações, ou valores, de mesma natureza (entre número de pessoas ou número de casos de doenças, por exemplo). Como as áreas das REGINT e a área de mudanças dentro delas apresentam naturezas diferentes não

é indicado, ou mesmo correto, que se estabeleça uma proporção entre as duas áreas para efeitos de comparabilidade entre REGINT.

Neste caso, a medida relativa que poderia ser estabelecida para este indicador auxiliar seria a razão entre a área de mudança e a área sem mudanças na REGINT. Mas, considerando-se a heterogeneidade nas dimensões dessas unidades espaciais haveria uma forte tendência de ocorrer altas razões, ou altos valores, de magnitude nas REGINT menos extensas as quais estão concentradas nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Aquelas da região Norte e parte do Centro-Oeste (Mato Grosso e NE de Goiás) onde sabidamente estão ocorrendo mudanças significativas no processo de uso e ocupação da terra, **não seriam destacadas**. Assim, a opção foi utilizar o valor absoluto da extensão de mudanças em cada REGINT, que embora apresente comportamento semelhante, tem melhor aplicação no que se refere ao apontamento das regiões com maior dinamismo. Ressalte-se que os valores absolutos apresentarão melhor aplicabilidade quanto mais homogeneidade houver nas dimensões das unidades espaciais utilizadas como referência de análise.

Portanto, e tendo em vista que as células têm área de 1 km<sup>2</sup>, a magnitude foi estabelecida pelo somatório das células que sofreram mudanças na Cobertura e Uso da Terra em cada Região Geográfica Intermediária estabelecida pelo IBGE (2017).

Para estabelecer a relação entre os indicadores, i.e., Magnitude (IMM) - uma medida de extensão em km<sup>2</sup>, versus Intensidade (IIM) - um valor adimensional estabelecido qualitativamente, processou-se primeiramente a normalização dos valores de IMM para uma escala de 0 (zero) a 3 (três). Neste procedimento, foi atribuído o valor 3 para a maior extensão (área) de mudança a partir do qual os demais valores de extensão, em cada tipo de mudança, foram recalculados proporcionalmente ao valor 3, sempre tendo a intensidade de maior área como a referência de magnitude.

### **2.2.3. Indicador de Dinâmica das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra – IDM**

O método utilizado neste ensaio para se obter o Indicador de Dinâmica de Mudanças foi baseado em uma adaptação da **ponderação zonal**, que consiste em uma interpolação espacial em que uma determinada observação de um dado concentrado é redistribuída por todo o recorte territorial. A interpolação é um método matemático que permite construir um novo conjunto de dados a partir de um conjunto discreto de dados pontuais previamente conhecido. Métodos de interpolação espacial são essenciais para a estimativa de variáveis biofísicas e socioeconômicas. A

interpolação zonal é aplicada para estimar valores de uma ou mais variáveis em um conjunto de unidades espaciais (zonas de destino) a partir de valores existentes em outro conjunto de unidades (zonas de origem) na mesma área de estudo. É utilizada para tratamento e análise de dados de diferentes fontes, coletados ou agregados em zoneamentos distintos e, de acordo com o propósito, podem ser realizadas diversas operações como: agregação, desagregação, compatibilização, suavização e para criar superfícies contínuas a partir de pontos (FRANÇA, 2014). A vantagem deste método é a sua aplicabilidade para qualquer unidade de mapeamento.

Através do recurso de tabulação cruzada (tabulate area, do ArcGIS), as células que sofreram mudanças classificadas segundo os valores de Intensidade (IIM) foram agrupadas em uma tabela que lista, por unidade de mapeamento (REGINT), o número de células existentes para cada valor de Intensidade. Visto que cada célula representa 1 km<sup>2</sup> de mudança de cobertura e uso da terra, o somatório dessas células (ou seja, a extensão das mudanças em km<sup>2</sup>) foi considerada como sendo a magnitude da mudança em cada unidade de mapeamento. Os valores de Magnitude de Mudança (IMM), foram ponderados (multiplicados) pelos respectivos valores de Intensidade (IIM), para assim, se obter através da soma destas ponderações em cada REGINT o Indicador de Dinâmica de Mudança (IDM).

Este somatório de ponderações de valores pode ser calculado matematicamente através de um produto (multiplicação) entre duas matrizes, cujos valores das células (em km<sup>2</sup>) no interior das unidades de mapeamento, ou referências espaciais, que sofreram mudanças em determinado período de tempo, são ponderadas (multiplicadas) pelos valores categorizados de 1,5 a 3,0 referentes aos indicadores de intensidades de mudanças resultando, assim, em uma nova matriz que corresponde ao conjunto de todos os valores dos indicadores de dinâmica de mudança de cada unidade de mapeamento.

No que diz respeito à cartografia da espacialização de saída do indicador de dinâmica de mudança, a melhor forma de representar a distribuição espacial de dados quantitativos que se refiram a áreas é através de um mapa coroplético. A ordenação em classes dos valores de IDM deve levar em consideração uma distribuição da frequência cuja amplitude de valores depende de fatores que variam muito por biênio estudado. Dentre estes fatores podem-se elencar a área de recorte territorial e o tipo de intensidade de mudança ocorrida, ou seja, a distribuição de valores do IDM depende de fatores que alteram uma escala de proporcionalidade da variável estatística, dificultando escalonar ou fracionar os intervalos de dados de modo a definir classes homogêneas entre si. Assim, dentre os métodos de classificação para mapas

coropléticos, a classificação mais adequada a uma variável com este perfil é a classificação por *Jenks Natural Breaks* (Quebras Naturais de Jenks).

O método de divisão de intervalos Jenks Natural Breaks ou Quebras Naturais de Jenks é baseado na lógica de se construir agrupamentos naturais inerentes ao dado. Esta lógica consiste em agrupar valores similares em classes de forma a maximizar a diferença entre as mesmas. As feições são divididas em classes cujas bordas possuam grande diferença de valor. Por isso, o método Jenks de classificação permite determinar o melhor arranjo de valores em diferentes classes. Isto é feito buscando-se minimizar os desvios no interior de cada grupo ao mesmo tempo em que se maximiza os desvios entre os grupos, através de um algoritmo de ajuste iterativo conhecido por *goodness of variance fit* (GVF). Em outras palavras, o método de *Jenks* busca minimizar a variância intraclasses e maximizar a variância interclasses (Chen et al, 2013).

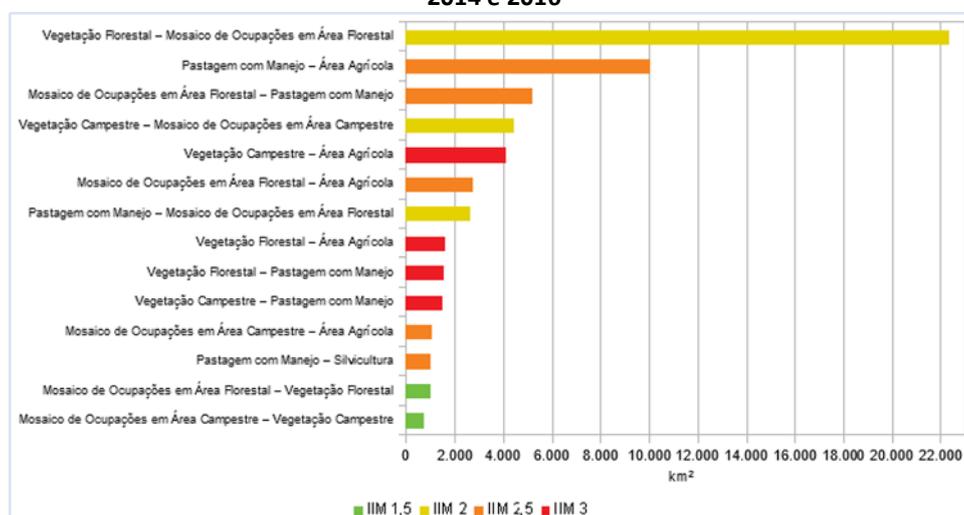
Os métodos de geoprocessamento dos dados estão detalhados no Apêndice 1, anexo a este texto.

### 3. Resultados

#### 3.1. Panorama das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra do Brasil no período 2014-2016

A partir dos resultados do MCUT 2014-2016, verifica-se que, “entre 2014 e 2016, 62.843 km<sup>2</sup> do território brasileiro sofreram algum tipo de mudança na cobertura e uso da terra” (IBGE, 2018, p. 17). Estas mudanças apresentam alguns destaques e seguem padrões que nos permitem compreender melhor a dinâmica territorial brasileira. O Gráfico 1 aponta as quinze principais mudanças ocorridas no país, em km<sup>2</sup>, entre 2014 e 2016, de um total de quarenta mudanças registradas.

**Gráfico 1: Principais Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil, em km<sup>2</sup> e segundo o IIM, entre 2014 e 2016**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

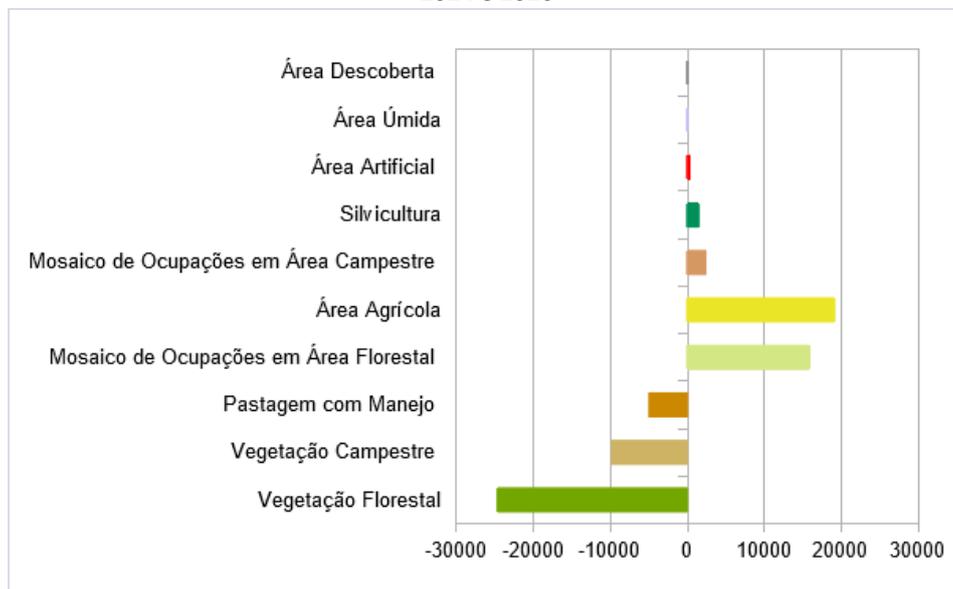
A principal mudança ocorrida no Brasil, entre 2014 e 2016, foi a alteração de 22.356 km<sup>2</sup> de vegetação florestal para a classe de mosaico de ocupações em área florestal. Sobre esta mudança, primeiramente, é importante a consideração metodológica realizada no documento de lançamento do mapa de MCUT:

A classe mosaico de ocupações em área florestal também inclui regiões do território cuja caracterização é dificultada por perturbações naturais e antrópicas, mecânicas ou não mecânicas, como por exemplo, o fogo. (...) A área de mosaico em ambiente florestal apresentou redução até 2014, porém, entre 2014-2016, houve crescimento de 2%, em grande parte devido ao aumento das áreas alteradas pelo fogo no período. As áreas mais alteradas foram detectadas, em sua maioria, no bioma amazônico, com destaque para as regiões do entorno de Manaus (AM) e Manacapuru (AM); e de

Paragominas (PA) e Centro Novo do Maranhão (MA). (IBGE, 2018, p. 19)

Entre as principais mudanças, além da perda da cobertura vegetal – de 24.663 km<sup>3</sup> de vegetação florestal e de 9.807 km<sup>2</sup> de vegetação campestre – fica evidente a importância das classes de pastagem e agricultura na dinâmica brasileira. Entre 2014 e 2016, 10.059 km<sup>2</sup> de áreas de pastagem se tornaram áreas agrícolas, bem como 1.040 km<sup>2</sup> de pastagens se transformaram em Silvicultura. Dessa forma, como podemos observar no Gráfico 2, as áreas de pastagens acabaram por ter um saldo negativo no biênio, tendo perdido um total de 4.931 km<sup>2</sup> de sua área de 2014.

**Gráfico 2: Balanço das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil, por Classe, em km<sup>2</sup>, entre 2014 e 2016**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

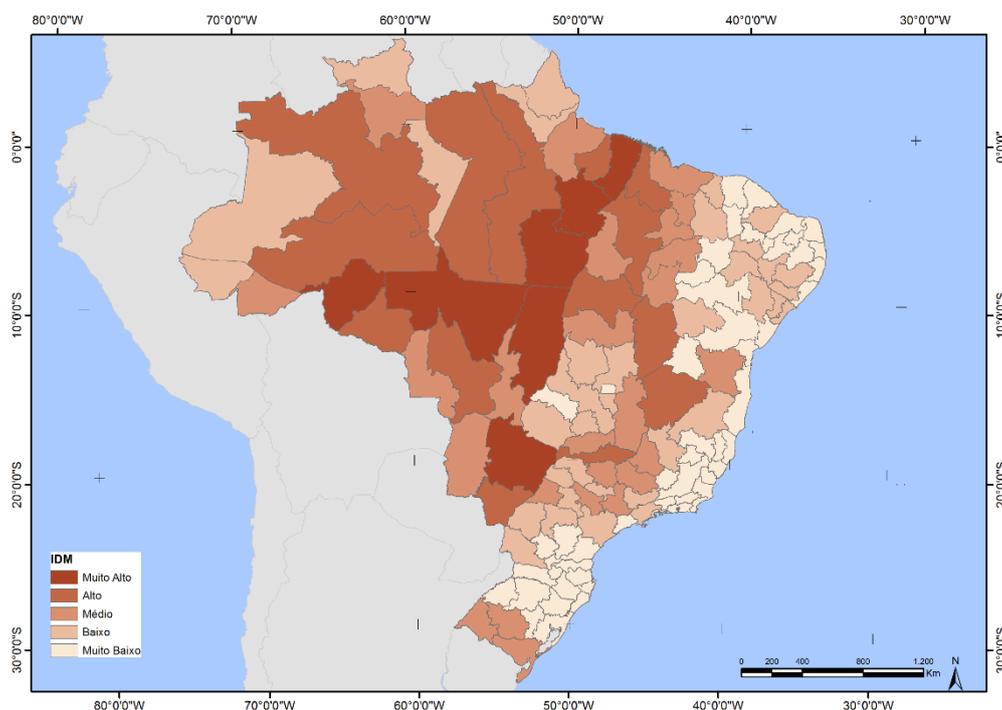
Não obstante, a transformação de áreas de vegetação em pastagens ainda é uma mudança extremamente importante na dinâmica brasileira. As áreas que passaram de vegetação campestre, vegetação florestal e de mosaicos para áreas de pastagem, no período analisado, foram de 8.640 km<sup>2</sup>, representando cerca de 14% do total de mudanças ocorridas.

Se a referência temporal for todo o período analisado pelo Monitoramento de Cobertura e Uso da Terra, entre 2000 e 2016, tem-se que 184.794 km<sup>2</sup> das terras brasileiras se tornaram áreas agrícolas e 233.707 km<sup>2</sup> se tornaram pastagens (IBGE, 2018). Depreende-se, portanto, que a classe de pastagem com manejo é ainda a classe de uso mais presente no Brasil, mesmo que venha progressivamente dando lugar a áreas agrícolas.

### 3.2. Avaliação da Dinâmica das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no biênio 2014-2016

Segundo a metodologia adotada, a avaliação da Dinâmica das Mudanças da Cobertura e Uso da Terra no Brasil tem como referência de valor o Indicador de Dinâmica de Mudanças (IDM), composto por uma relação entre as áreas de mudanças de uma unidade administrativa (Magnitude), e suas respectivas intensidades segundo pesos predeterminados (Intensidade). A Figura 2 aponta a Dinâmica de Mudanças das Regiões Geográficas Intermediárias do Brasil, segundo o indicador que varia de Muito Alto a Muito Baixo.

**Figura 2: Mapa de distribuição do IDM por Região Geográfica Intermediária no Brasil, entre 2014 e 2016.**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A fim de compreender melhor os processos que levaram estas áreas a se destacarem por sua dinâmica, optou-se, neste trabalho, por analisar melhor as dinâmicas das Regiões Geográficas Intermediárias que alcançaram os IDM – Muito Alto, Alto e Médio. A Tabela 1 traz a lista destas REGINT, hierarquizadas segundo seu IDM.

Tabela 1: Regiões Geográficas Intermediárias hierarquizadas por seu IDM Muito Alto, Alto ou Médio, referentes às mudanças entre 2014-2016.

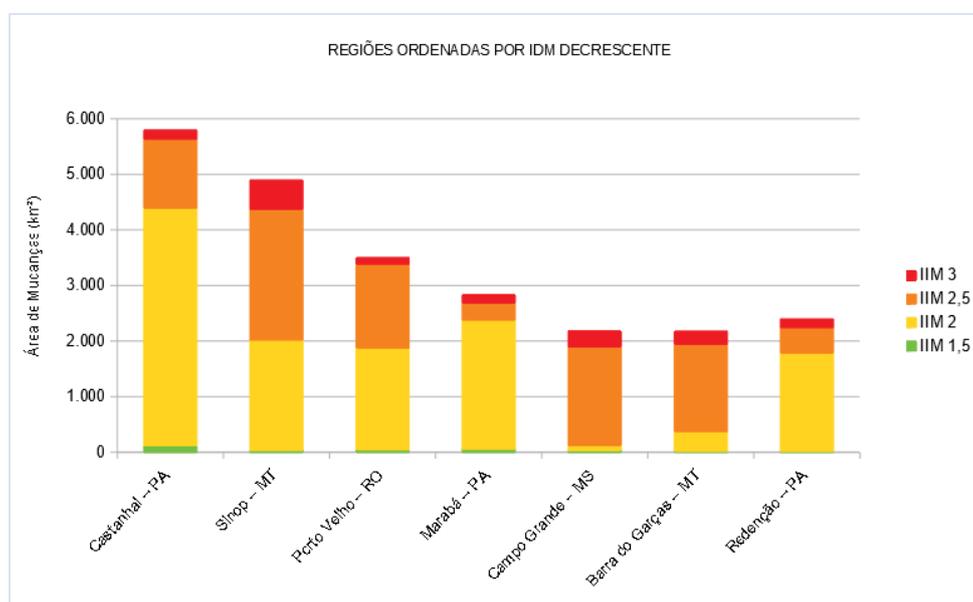
	Região Geográfica Intermediária	IDM
<b>IDM MUITO ALTO</b>	1º Castanhal	8,66
	2º Sinop	8,06
	3º Porto Velho	5,52
	4º Marabá	4,18
	5º Campo Grande	3,88
	6º Barra do Garças	3,77
	7º Redenção	3,63
<b>IDM ALTO</b>	8º Santa Inês - Bacabal	2,86
	9º Belém	2,86
	10º Manaus	2,79
	11º Lábrea	2,77
	12º Imperatriz	2,76
	13º Ji-Paraná	2,55
	14º Palmas	2,38
	15º Uberaba	1,96
	16º Dourados	1,84
	17º Cuiabá	1,75
	18º Santarém	1,60
	19º Altamira	1,58
	20º Montes Claros	1,54
	21º Barreiras	1,39
<b>IDM MÉDIO</b>	22º Patos de Minas	1,37
	23º Varginha	1,34
	24º Divinópolis	1,23
	25º Rondonópolis	1,10
	26º Floriano	1,07
	27º Gurupi	0,98
	28º Corrente - Bom Jesus	0,95
	29º Rio Branco	0,94
	30º Cáceres	0,93
	31º Araguaína	0,91
	32º São Luís	0,87
	33º Corumbá	0,87
	34º Caxias	0,85
	35º Breves	0,81
	36º Presidente Dutra	0,76
	37º Bauru	0,75
	38º Uberlândia	0,69
	39º Santa Maria	0,66
	40º Ribeirão Preto	0,64
	41º Rorainópolis - Caracaraí	0,63
	42º Pelotas	0,61
	43º Vitória da Conquista	0,57
	44º Uruguaiana	0,54
	45º Presidente Prudente	0,53
	46º Campinas	0,52

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

### 3.2.1. Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Muito Alto entre 2014 e 2016

Conforme aponta a Figura 2, no período entre 2014-2016 a região conhecida como “arco do desmatamento” teve sua dinâmica destacada. Das sete REGINT apontadas com o IDM Muito Alto, seis se encontram nas áreas de transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia, área já amplamente conhecida por seus altos índices de desmatamento e expansão da pecuária e agricultura. O Gráfico 3 aponta a relação entre área e intensidade de mudanças das sete REGINT com os maiores IDM apontados na presente análise.

**Gráfico 3: Relação Área (Magnitude em km<sup>2</sup>) x Intensidade de Mudanças (IIM) para Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Muito Alto, 2014-2016.**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

As Regiões Geográficas Intermediárias apontadas se destacam por terem sofrido mudanças em seus territórios com áreas acima de 2.000 km<sup>2</sup>, o que é bastante discrepante do restante das áreas do Brasil, mesmo se levarmos em conta que estas REGINT são mais extensas do que a média. Destaque interessante para as REGINT de Barra do Garças, em Mato Grosso e Campo Grande, no Mato Grosso do Sul (a única com IDM Muito Alto que está fora do arco do desmatamento), que, mesmo tendo uma Magnitude inferior à área de Redenção, no Pará, tiveram o IDM mais elevado devido à maior quantidade de mudanças de alta intensidade (IIM 2,5 e 3). A seguir, vamos explorar melhor a dinâmica destas áreas.

### 3.2.1.1. Arco do Desmatamento

Somadas as mudanças das Regiões Geográficas Intermediárias de Castanhal, Redenção, Marabá, no Pará, Sinop e Barra do Garças, em Mato Grosso e Porto Velho, em Rondônia, temos 21.540 km<sup>2</sup> de alterações entre 2014 e 2016 para a região do arco do desmatamento. A Tabela 2 aponta todas as mudanças das Regiões Geográficas Intermediárias apontadas, e suas respectivas áreas.

**Tabela 2: Mudanças em Área (km<sup>2</sup>) por Região Geográfica Intermediária do Arco do Desmatamento com IDM Muito Alto, entre 2014 e 2016.**

Tipos de mudança de Cobertura e Uso da Terra 2014 – 2016	Ind. de Intensidade de Mudanças (IIM)	Área de Mudanças por Região Geográfica Intermediária						
		Castanhal	Sinop	Porto Velho	Marabá	Barra do Garças	Redenção	TOTAL
Vegetação Florestal – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	3.721	1.855	1669	1.932	197	1.280	10.654
Pastagem com Manejo - Área Agrícola	2,5	412	1.549	293	82	1.311	253	3.900
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Pastagem com Manejo	2,5	620	160	1146	176	53	169	2.324
Pastagem com Manejo - Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	517	97	142	388	119	438	1.701
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Agrícola	2,5	86	555	61	14	185	26	927
Vegetação Florestal – Pastagem com Manejo	3	44	262	111	137	32	68	654
Vegetação Florestal – Área Agrícola	3	112	227	6	11	51	19	426
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Vegetação Florestal	1,5	118	36	47	59	20	17	297
Vegetação Campestre – Área Agrícola	3	0	14	0	0	73	57	144
Vegetação Campestre - Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	21	28	17	0	24	48	138
Vegetação Campestre – Pastagem com Manejo	3	0	17	0	0	78	7	102
Área Agrícola – Pastagem com Manejo	2,5	1	43	11	0	10	0	65
Pastagem com Manejo – Área Artificial	2,5	18	0	0	12	0	4	34
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Área Agrícola	2,5	0	18	0	0	11	4	33
Pastagem com Manejo – Silvicultura	2,5	0	17	0	13	0	0	30
Área Agrícola – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	13	4	1	0	5	0	23
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Silvicultura	2,5	20	0	0	0	0	0	20
Pastagem com Manejo – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	1	1	0	0	10	4	16
Vegetação Florestal – Área Artificial	3	4	5	0	2	0	1	12
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Artificial	2,5	1	1	1	2	0	6	11
Área Agrícola – Silvicultura	2,5	6	3	0	0	0	0	9
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Pastagem com Manejo	2,5	0	5	0	0	0	1	6
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Área Artificial	2,5	0	0	0	4	0	0	4
Área Agrícola – Área Artificial	2,5	2	0	0	0	1	0	3
Vegetação Florestal – Silvicultura	3	3	0	0	0	0	0	3
Silvicultura – Área Agrícola	2,5	1	0	0	2	0	0	3
Área Agrícola – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	0	1	0	0	0	0	1
<b>Área de Mudança Total (em km<sup>2</sup>) por Região Intermediária</b>		<b>5.721</b>	<b>4.898</b>	<b>3.505</b>	<b>2.834</b>	<b>2.180</b>	<b>2.402</b>	<b>21.540</b>

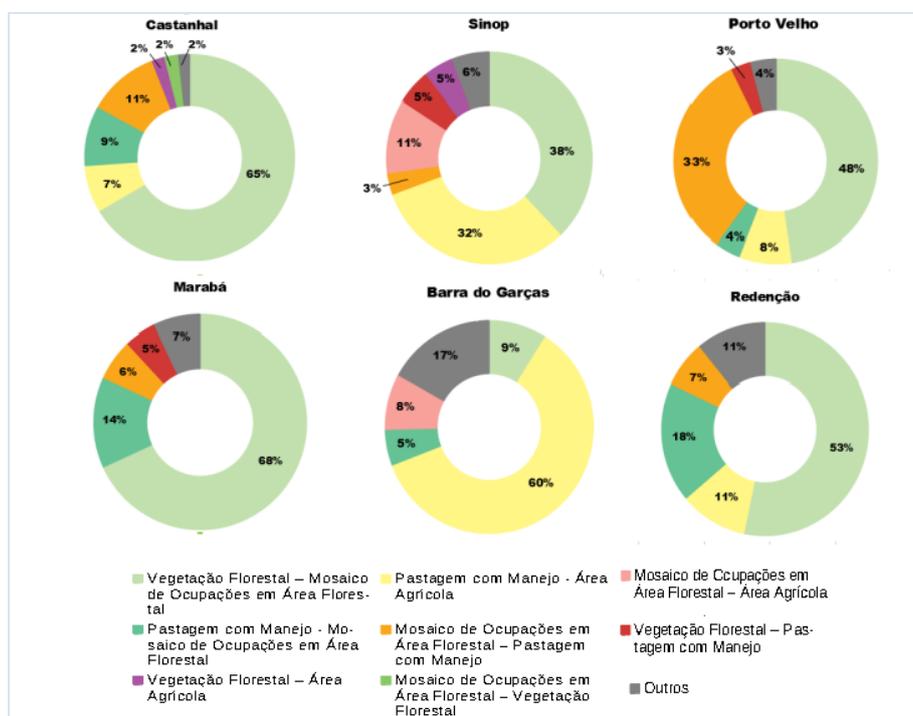
Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A mudança de vegetação florestal para mosaico é a mais presente no arco do desmatamento, como já indicado no contexto brasileiro, perfazendo um total de 10.654 km<sup>2</sup>. Trata-se de uma área conhecida por seus altos índices de desmatamento e queimadas, implicando em perda da cobertura florestal. Os outros destaques totais são as transformações de pastagens em áreas agrícolas (3.900 km<sup>2</sup>), de mosaicos para pastagens (2.324 km<sup>2</sup>) e da reconversão de pastagens em mosaicos (1.701 km<sup>2</sup>).

Estas mudanças indicam o padrão de uso da chamada “fronteira agrícola” brasileira nas bordas do bioma Amazônia, em áreas de contato com o bioma Cerrado. Neste padrão, tem-se uma atividade inicial impulsionada pela extração de madeira e o garimpo; a construção de estradas e determinados projetos fundiários impulsionam a expansão de pastagens, normalmente feitas por meio de queimadas e limpeza da área. Nas áreas onde existe maior potencial de mecanização e trato do solo, bem

como melhor infraestrutura (rodovias asfaltadas, urbanização, etc.), agentes econômicos com melhores recursos investem na substituição das pastagens por áreas agrícolas, principalmente para o plantio de commodities como a soja. A falta de recursos financeiros para investimento propicia o esgotamento e o abandono de muitas pastagens, favorecendo assim nestes locais a regeneração de vegetação secundária, que, em pousio, sem uso imediato, leva a novos processos de expansão e desmatamento em áreas adjacentes, por meio de processos migratórios. A Figura 3, ao apontar as mudanças em destaque para cada REGINT em questão, mostra algumas particularidades interessantes.

**Figura 3: Proporção das principais Mudanças por Região Geográfica Intermediária com IDM Muito Alto do Arco do Desmatamento, entre 2014 e 2016.**



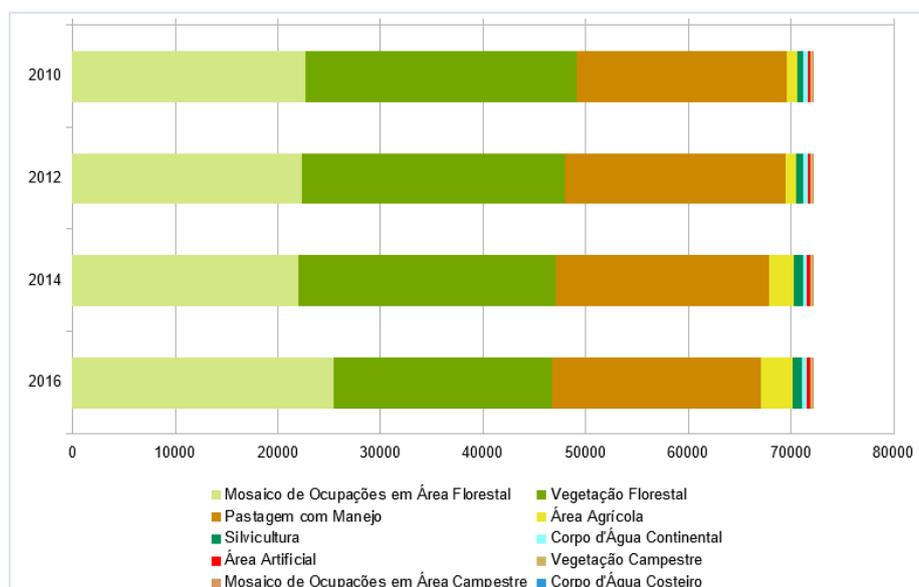
Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

Ao passo que em Castanhal, Marabá, Porto Velho e Redenção o padrão de mudanças já descrito predomina – vegetação florestal que se torna mosaico, mosaico que se torna pastagem, pastagem que se torna área agrícola e pastagem que se torna mosaico – merece destaque a predominância da expansão de áreas agrícolas em áreas que eram previamente de pastagem com manejo nas REGINT de Sinop (1.549 km²) e Barra do Garças (1.311 km²), ambas no estado do Mato Grosso. Estas duas Regiões Geográficas Intermediárias englobam nove municípios, dentre os quais os municípios de dinâmica mais acentuada foram Colniza, na REGINT de Sinop e São Félix do Araguaia, na REGINT de Barra do Garças.

Além disso, em Sinop, Marabá e Porto Velho, ganha alguma relevância a mudança de vegetação florestal se tornando diretamente pastagem, com 262 km<sup>2</sup> desta mudança de IMM 3 em Sinop, 137 km<sup>2</sup> em Marabá e 111 km<sup>2</sup> em Porto Velho. A mudança de vegetação florestal direto para área agrícola, também de IMM 3, fez-se considerável na REGINT de Sinop, com 227 km<sup>2</sup>. No somatório, a REGINT de Barra do Garças também apresentou uma quantidade relevante de mudanças de IMM 3, com 234 km<sup>2</sup> o total de áreas de vegetação florestal ou campestre que se tornaram pastagens e áreas agrícolas.

A Região Geográfica Intermediária de Castanhal também apresenta uma particularidade: a discrepância da magnitude da mudança, com 3.721 km<sup>2</sup> de área de vegetação florestal transformadas em mosaico no período, tornando essa REGINT a mais dinâmica do país, com bastante diferença das outras. Composta por cinco municípios no nordeste paraense, teve sua dinâmica impulsionada principalmente pela grande área de mudanças que sofreram notadamente o município de Paragominas e, também Dom Eliseu, Ulianópolis e Ipixuna do Pará. Conforme podemos constatar no Gráfico 4, o resultado das mudanças entre 2010 e 2016 na região levaram a uma perda considerável da vegetação florestal ao longo dos anos, dando lugar não só aos mosaicos, mas também à expansão de usos de áreas agrícolas, pastagem e silvicultura.

**Gráfico 4: Evolução das Classes de Cobertura e Uso da Terra (em km<sup>2</sup>), para os períodos de 2010, 2012, 2014 e 2016, Região Geográfica Intermediária de Castanhal.**



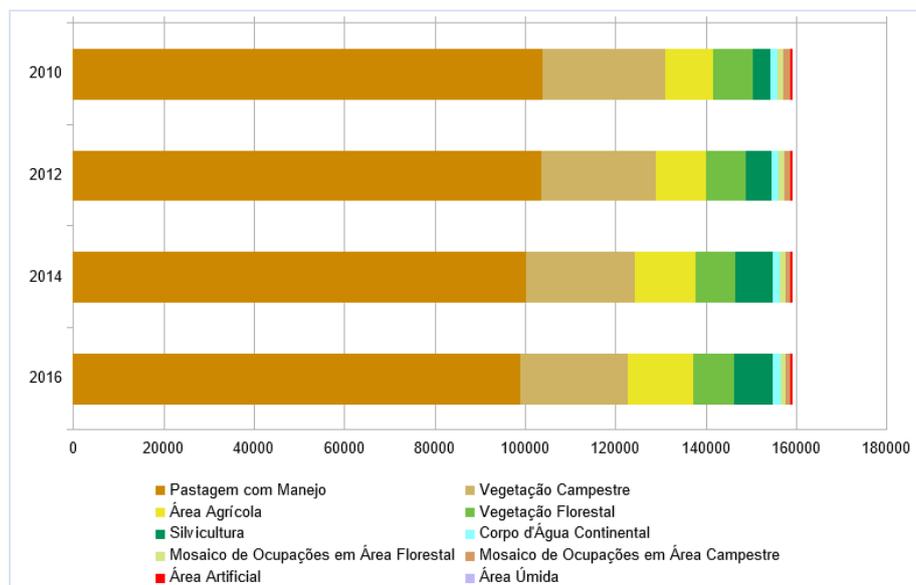
Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

### 3.2.1.2. Centro-Sul: Região Geográfica Intermediária de Campo Grande

Nesta Região, houve o predomínio de substituição das áreas de pastagem por áreas agrícolas (941 km<sup>2</sup>), bem como por silvicultura (577 km<sup>2</sup>). Importante também notar que existe uma área considerável de vegetação campestre que se tornou diretamente área agrícola (139 km<sup>2</sup>), bem como algumas áreas menores que se tornaram silvicultura e pastagens. Estas mudanças drásticas de vegetação para antropismo possuem IIM 3 e conferem à região mais destaque na avaliação de dinâmica. O padrão de mudanças do centro-sul confirma uma tendência na dinâmica de uso da terra no Brasil: as áreas de pastagem daram lugar à agricultura, nas regiões de ocupação consolidada, e migrar progressivamente para as áreas da chamada fronteira agrícola, no arco do desmatamento, onde depois, também, vão progressivamente dando lugar a áreas agrícolas, quando as condições naturais, de solo, clima e relevo, são favoráveis. Vale lembrar que o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de papel celulose do mundo, fato que explica a forte expansão da silvicultura no MS, onde estão instaladas grandes empresas.

No Gráfico 5, nota-se que a Região Geográfica Intermediária de Campo Grande já possui 62% de suas áreas ocupadas por pastagens; dessa forma, a agricultura começa a se destacar, avançando sobre as mesmas, como também naquelas áreas de vegetação campestre que restam (23.662 km<sup>2</sup>, 15% do total da área).

**Gráfico 5: Evolução das Classes de Cobertura e Uso da Terra (em km<sup>2</sup>), para os períodos de 2010, 2012, 2014 e 2016, Região Geográfica Intermediária de Campo Grande.**

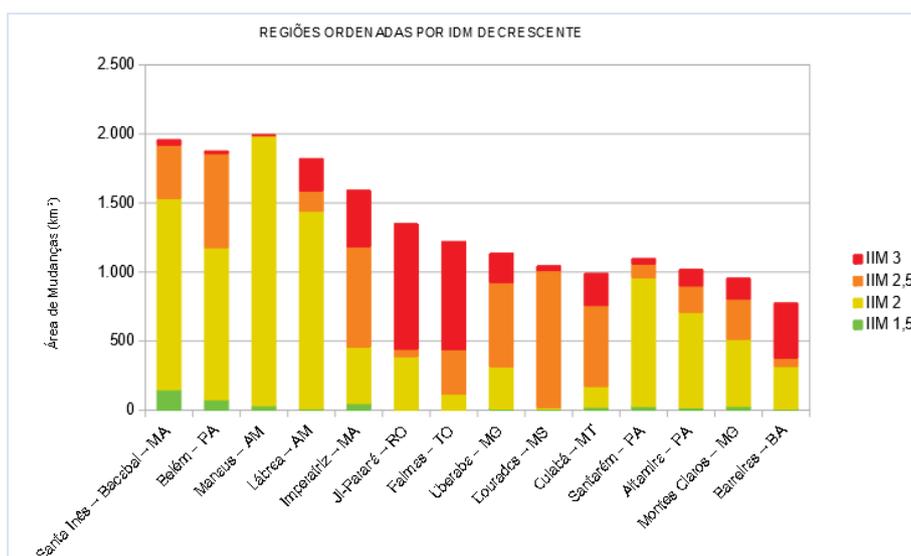


Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

### 3.2.2. Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Alto entre 2014 e 2016

Entre 2014 e 2016, há quatorze Regiões Geográficas Intermediárias com a dinâmica considerada Alta, exibidas no Gráfico 6, ordenadas segundo o IDM. A região do arco do desmatamento continua em destaque, agora com maior interiorização, sinalizando, no Amazonas, as REGINT de Manaus e Lábrea; no Pará, as de Belém, Santarém, Altamira; em Rondônia, a de Ji-Paraná. Além da região da fronteira amazônica, surgem como destaques a região do MATOPIBA, com as REGINT de Santa Inês-Bacabal e Imperatriz, no Maranhão; Palmas, em Tocantins e Barreiras, na Bahia. Além destas, já conhecidas regiões de dinâmica relacionada à expansão do agronegócio brasileiro, é possível notar que os estados de Minas Gerais (com as REGINT de Uberaba e Montes Claros), Mato Grosso (Cuiabá) e Mato Grosso do Sul (Dourados) também se destacaram.

**Gráfico 6: Relação Magnitude (Área em km<sup>2</sup>) x Intensidade de Mudanças (IIM) para Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Alto, 2014-2016.**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

As REGINT com o IDM Alto apresentaram Magnitudes consideráveis, pois a área de mudanças variou entre mais de 700 km<sup>2</sup> e menos do que 2.000 km<sup>2</sup>. Algumas REGINT em especial, merecem destaque, por apresentarem áreas consideráveis de mudanças de IIM 3, ou seja, bastante drásticas, o que influenciou sua dinâmica de forma a destacá-las mesmo à frente de outras REGINT cuja Magnitude das mudanças foi maior, proporcionalmente. Destas áreas, citamos as REGINT de Ji-Paraná-RO, Palmas-TO, Barreiras-BA e Imperatriz-MA.

### 3.2.2.1. Arco do Desmatamento e Expansão

As Regiões Geográficas Intermediárias do arco do desmatamento também se fazem presentes nas áreas de dinâmica alta, representando uma continuidade da lógica que rege aquelas com a dinâmica muito alta. As regiões de dinâmica alta apresentam um padrão espacial de adjacência àquelas, demonstrando um padrão de migração dos tipos de usos, levando à expansão de uma área a outra. Vejamos as principais mudanças, na Tabela 3.

**Tabela 3: Mudanças em Área (km²) por Região Geográfica Intermediária do Arco do Desmatamento com IDM Alto, entre 2014 e 2016.**

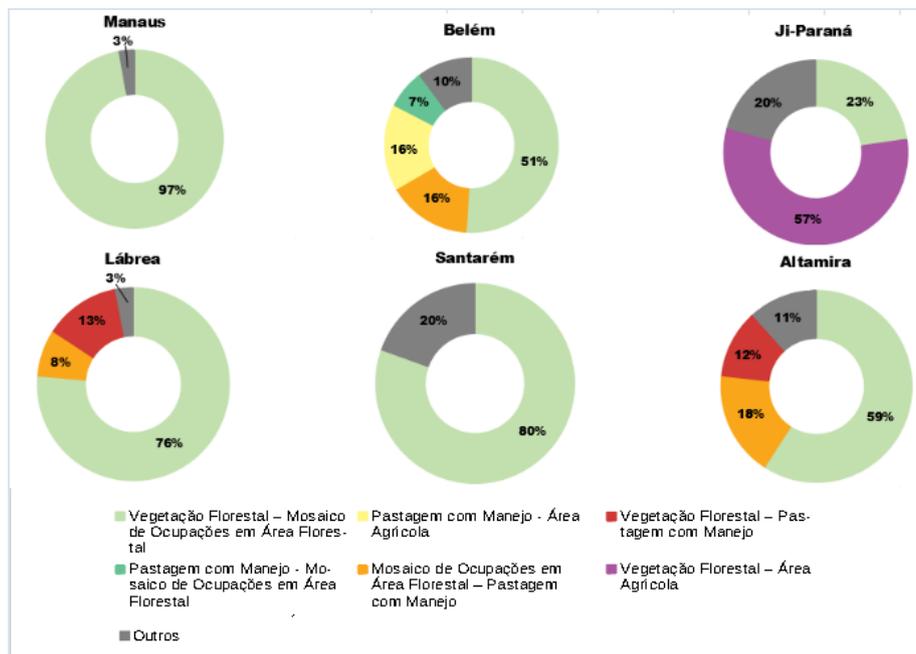
Tipos de Mudança de Cobertura e Uso da Terra 2014 – 2016	Ind. de Intensidade de Mudanças (IIM)	Área de Mudanças por Região Geográfica Intermediária							TOTAL
		Manaus	Belém	Lábrea	Ji-Paraná	Santarém	Altamira		
Vegetação Florestal – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	1937	955	1389	307	882	603	4.136	
Vegetação Florestal – Área Agrícola	3	0	1	0	764	5	0	770	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal - Pastagem com Manejo	2,5	7	292	143	17	48	180	680	
Vegetação Florestal – Pastagem com Manejo	3	1	14	232	81	32	118	477	
Pastagem com Manejo – Área Agrícola	2,5	0	299	0	33	41	10	383	
Pastagem com Manejo – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	8	136	32	5	27	88	288	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Vegetação Florestal	1,5	33	77	10	1	21	17	126	
Vegetação Campestre – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	7	7	7	76	17	2	109	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Agrícola	2,5	0	80	1	4	10	0	95	
Vegetação Campestre – Pastagem com Manejo	3	0	0	3	32	1	0	36	
Vegetação Florestal – Área Artificial	3	0	1	0	26	2	0	29	
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Vegetação Campestre	1,5	0	0	1	0	7	0	8	
Pastagem com Manejo – Área Artificial	2,5	0	5	0	0	0	1	6	
Vegetação Campestre – Área Agrícola	3	0	0	0	5	0	0	5	
Área Agrícola – Pastagem com Manejo	2,5	0	3	0	0	0	0	3	
Pastagem com Manejo – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	0	0	0	0	2	0	2	
Vegetação Florestal – Silvicultura	3	0	0	0	0	0	1	1	
Vegetação Campestre – Área Artificial	3	0	1	0	0	0	0	1	
Área Agrícola – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	0	1	0	0	0	0	1	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Artificial	2,5	0	1	0	0	0	0	1	
Área Úmida – Vegetação Campestre	1,5	0	0	1	0	0	0	1	
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Pastagem com Manejo	2,5	0	0	0	0	1	0	1	
<b>Área de Mudança Total (em km²) por Região Intermediária</b>		<b>1.993</b>	<b>1.873</b>	<b>1.819</b>	<b>1.351</b>	<b>1.096</b>	<b>1.020</b>	<b>7.159</b>	

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

Conforme observamos, a principal mudança continua sendo vegetação florestal que se tornou mosaico, com uma área total de 4.136 km² nestas regiões. Se somarmos esta área às das REGINT de IDM Muito Alto temos que, ao longo da região pertencente ao arco do desmatamento, um total de 13.122 km² de vegetação florestal que se tornou mosaico entre 2014 e 2016. As outras mudanças também seguem o padrão da região, de forma geral: uma dinâmica entre vegetação florestal transitando para pastagens e pastagens se tornando áreas agrícola. Vale notar, porém, que há algumas particularidades interessantes.

Na Figura 4, evidencia-se a proporção das principais mudanças ocorridas no período, agrupadas por Região Geográfica Intermediária no arco do desmatamento.

**Figura 4: Proporção das principais Mudanças por Região Geográfica Intermediária com IDM Alto do Arco do Desmatamento, entre 2014 e 2016.**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

É interessante notar a alta presença de mudanças de IIM 3, nas REGINT de Ji-Paraná, em Rondônia, e de Lábrea, no Amazonas. Na primeira, é possível observar que 764 km<sup>2</sup> de vegetação florestal originária tiveram sua alteração diretamente para áreas agrícolas, contrariando a tendência histórica da região. Em Lábrea, a mudança predominante continua sendo a vegetação florestal que se torna mosaico (somando 1.389 km<sup>2</sup> no período), porém, temos também 232 km<sup>2</sup> de vegetação florestal que se tornou diretamente pastagem, mudança drástica e significativa. Outra área que também apresenta esta mudança é a REGINT de Altamira, com 118 km<sup>2</sup> de áreas de vegetação florestal que se tornaram pastagens.

### 3.2.2.2. Matopiba

As mudanças na região do MATOPIBA se evidenciaram entre as Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Alto. Isto se deve ao fato de serem áreas menores de mudanças (o que pode estar relacionado também às diferenças de tamanho das próprias unidades de mapeamento), porém com maiores Intensidades. Conforme observamos na Tabela 4, há uma área considerável de vegetação que transitou diretamente para uso consolidado, sem passar pela fase de mosaicos como, por exemplo, 917 km<sup>2</sup> de vegetação campestre que se tornaram diretamente áreas agrícolas, e 399 km<sup>2</sup> de vegetação campestre que se tornaram pastagem com manejo.

Além destas, há também áreas de vegetação campestre que se tornaram silvicultura, e áreas relevantes de vegetação florestal que se tornaram áreas agrícolas, pastagens e silvicultura.

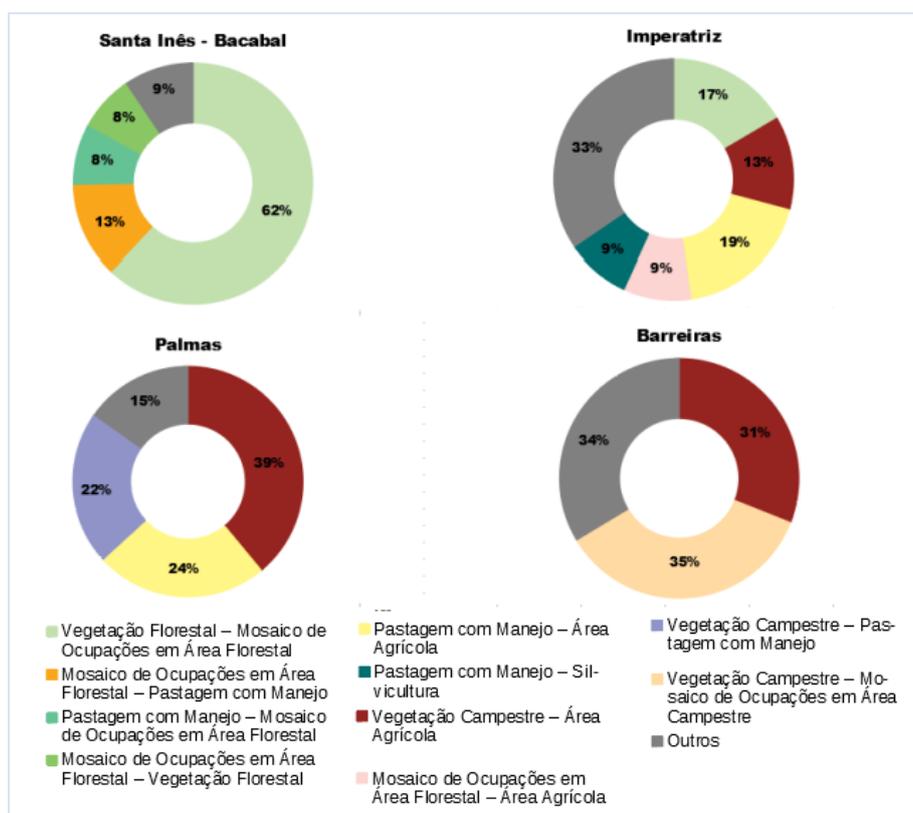
**Tabela 4: Mudanças em Área (km<sup>2</sup>) por Região Geográfica Intermediária do MATOPIBA com IDM Alto, entre 2014 e 2016.**

Mudança de Cobertura e Uso da Terra 2014 – 2016	Ind. de Intensidade de Mudanças (IIM)	Área de Mudanças por Região Geográfica Intermediária Santa Inês -					TOTAL
		Bacabal	Imperatriz	Palmas	Barreiras		
Vegetação Florestal - Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	1219	263	70	32	1584	
Vegetação Campestre – Área Agrícola	3	0	200	476	241	917	
Pastagem com Manejo – Área Agrícola	2,5	64	295	296	24	679	
Vegetação Campestre – Pastagem com Manejo	3	2	83	264	50	399	
Vegetação Campestre - Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	13	49	40	275	377	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Pastagem com Manejo	2,5	252	63	10	4	329	
Pastagem com Manejo - Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	161	86	1	1	249	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Agrícola	2,5	18	145	5	13	181	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Vegetação Florestal	1,5	149	18	0	9	176	
Pastagem com Manejo – Silvicultura	2,5	33	138	2	0	173	
Vegetação Campestre – Silvicultura	3	0	27	10	60	97	
Vegetação Florestal – Pastagem com Manejo	3	5	45	9	34	93	
Mosaico de Ocupações em Área Florestal – Silvicultura	2,5	15	64	0	0	79	
Vegetação Florestal - Área Agrícola	3	3	27	16	14	60	
Vegetação Florestal - Silvicultura	3	27	26	0	0	53	
Mosaico de Ocup. em Área Campestre - Vegetação Campestre	1,5	0	32	0	0	32	
Mosaico de Ocup. em Área Florestal - Área Artificial	2,5	4	3	0	3	10	
Vegetação Campestre – Área Artificial	3	0	1	8	0	9	
Mosaico de Ocup. em Área Campestre - Pastagem com Manejo	2,5	0	0	0	9	9	
Pastagem com Manejo - Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	0	0	8	0	8	
Pastagem com Manejo – Área Artificial	2,5	0	6	0	0	6	
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Área Artificial	2,5	0	0	1	5	6	
Mosaico de Ocupações em Área Campestre – Silvicultura	2,5	0	5	0	0	5	
Área Agrícola – Pastagem com Manejo	2,5	0	3	0	2	5	
Silvicultura – Área Agrícola	2,5	0	0	5	0	5	
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Área Agrícola	2,5	0	4	0	0	4	
Área Agrícola – Mosaico de Ocupações em Área Florestal	2	0	4	0	0	4	
Vegetação Florestal – Área Artificial	3	1	2	0	0	3	
Área Agrícola - Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	0	0	0	1	1	
<b>Área de Mudança Total (em km<sup>2</sup>) por Região Intermediária</b>		<b>1.966</b>	<b>1.589</b>	<b>1.221</b>	<b>777</b>	<b>5.553</b>	

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A Região Geográfica Intermediária de Santa Inês-Bacabal, no Maranhão, se destacou pela maior extensão de mudanças (1.966 km<sup>2</sup>), seguindo o padrão de mudanças mais próximo daquela do arco do desmatamento (vegetação florestal se transformando em mosaicos, mosaicos se tornando pastagens — e vice-versa — e pastagens se tornando áreas agrícolas). A Figura 5 mostra a proporção das principais mudanças das REGINT aqui apontadas.

**Figura 5: Proporção das principais Mudanças por Região Geográfica Intermediária com IDM Alto do MATOPIBA, entre 2014 e 2016.**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A REGINT de Palmas, em Tocantins, se destacou com a maior parcela de mudanças de IIM 3, tendo 476 km<sup>2</sup> de vegetação campestre que se tornaram diretamente áreas agrícolas e 264 km<sup>2</sup> de vegetação campestre que se tornaram diretamente pastagens com manejo. Nota-se que a expansão das áreas agrícolas é a principal mudança da REGINT de Palmas no Tocantins, seguindo o padrão da região do MATOPIBA. As REGINT de Barreiras, na Bahia, e Imperatriz, no Maranhão, também tiveram uma alta proporção de áreas de vegetação campestre convertidas diretamente em áreas agrícolas — 241 km<sup>2</sup> em Barreiras e 200 km<sup>2</sup> em Imperatriz.

A maior proporção da mudança de vegetação campestre diretamente para áreas agrícolas ou para pastagens na região está relacionada com as próprias características das fitofisionomias campestres, que já permitiam algum tipo de uso extensivo, normalmente ocupadas por atividades de pastoreio e extrativismo. O processo de retirada da vegetação campestre e instalação das áreas agrícolas (principalmente em áreas planas e com acesso à irrigação) se torna mais simples do que nas áreas de floresta.

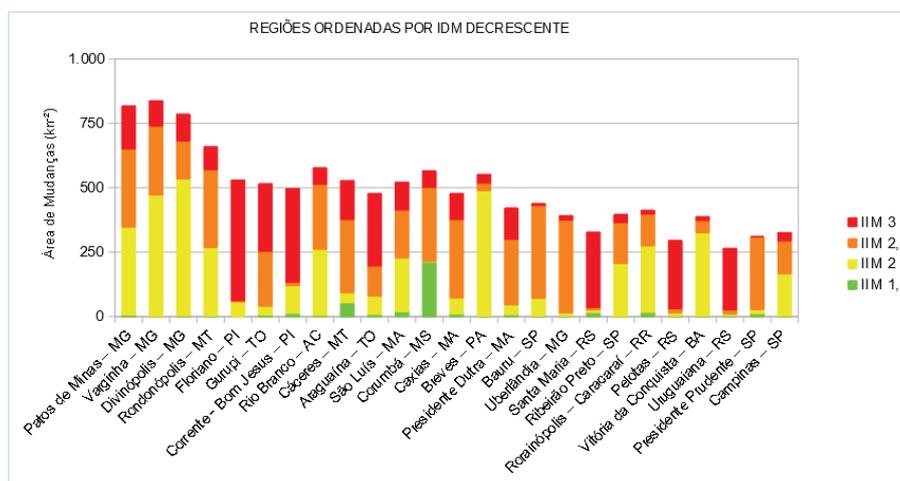
### 3.2.2.3. Centro-Sul

Algumas Regiões Geográficas Intermediárias localizadas no Centro-Sul do Brasil, áreas de ocupação já consolidada, também se destacaram com o IDM Alto: áreas em Minas Gerais (com as REGINT de Uberaba e Montes Claros), Mato Grosso (Cuiabá) e Mato Grosso do Sul (Dourados). Nota-se, pelo Gráfico 6, que a predominância das mudanças são de IIM 2,5, o que indica uma dinâmica alta entre usos consolidados, predominantemente de pastagem que se convertem em áreas agrícolas ou em silvicultura. As proporções consideráveis de mudanças de IIM 3 nas REGINT de Uberaba, Cuiabá e Montes Claros se referem às áreas de vegetação campestre que se converteram diretamente em área agrícola, e algumas que se tornaram pastagem com manejo.

### 3.2.3. Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Médio entre 2014 e 2016

No Gráfico 7, apresentamos as vinte e cinco Regiões Geográficas Intermediárias que se enquadraram na categoria de IDM Médio.

**Gráfico 7: Relação Magnitude (Área em km<sup>2</sup>) x Intensidade de Mudanças (IIM) para Regiões Geográficas Intermediárias com IDM Médio, 2014-2016.**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

As REGINT de IDM Médio possuem menor Magnitude de mudanças, comparadas com as faixas de IDM Alto e Muito Alto, com áreas entre aproximadamente 800 km<sup>2</sup> e 250 km<sup>2</sup> de mudanças. Apesar de serem áreas menores, são áreas ainda representativas no contexto da unidade espacial em questão.

No caso dos IDM Médios, notou-se que as regiões do arco do desmatamento tiveram baixa ocorrência. Os representantes do Bioma Amazônico são: Rio Branco, no

Acre; Breves, no Pará; Cáceres e Rondonópolis, no Mato Grosso; Rorainópolis-Caracarái, em Roraima. Por outro lado, as regiões do MATOPIBA e Centro-Sul ganham destaque aqui. O MATOPIBA traz duas Regiões Geográficas Intermediárias do Piauí – Floriano e Corrente-Bom Jesus; três do Maranhão – São Luís, Caxias e Presidente Dutra; duas do Tocantins – Gurupi e Araguaína; e uma da Bahia – Vitória da Conquista. O Centro-Sul apareceu de forma bastante relevante, com quatro REGINT de Minas Gerais – Patos de Minas, Varginha, Divinópolis e Uberlândia; quatro em São Paulo – Bauru, Ribeirão Preto, Presidente Prudente e Campinas; e uma no Mato Grosso do Sul – Corumbá. Além destas acima citadas, vale ressaltar o que ocorreu no Rio Grande do Sul, onde três REGINT vizinhas — Santa Maria, Pelotas e Uruguaiana — se destacaram com o IDM Médio.

É interessante notar que, no caso das REGINT com IDM Médio, há maior presença daquelas que possuem mudanças representativas de IIM 3, revelando uma alta intensidade relativa das mudanças destas áreas. Observa-se, por exemplo, REGINT como as de Floriano e Corrente–Bom Jesus, no Piauí; Araguaína, em Tocantins; e Pelotas, Uruguaiana e Santa Maria, no Rio Grande do Sul, tendo suas áreas tomadas, em sua maioria, por mudanças drásticas, de IIM 3. Tal situação será detalhada a seguir.

### **3.2.3.1. Matopiba – Expansão para o Norte**

O destaque de áreas com IDM Médio em Regiões Geográficas Intermediárias ao Norte no MATOPIBA (notadamente Maranhão e Piauí), indica uma tendência de expansão do mesmo uso que vinha se consolidando nas áreas ao sul, na Bahia e Tocantins. O fato de que as mudanças sejam bastante drásticas, como no caso do Piauí, é um indicativo da velocidade desta transformação. Na Tabela 5 são apontadas as principais mudanças da região.

Vale observar que as REGINT de São Luís – MA e Vitória da Conquista – BA estão fora da área oficial do MATOPIBA e, por isso, apresentam uma dinâmica diferente das outras REGINT apresentadas aqui. De toda forma, foram acrescentadas ao presente agrupamento devido à sua similaridade regional de IDM Médio e de áreas e intensidades de mudanças.

**Tabela 5: Mudanças em Área (km<sup>2</sup>) por Região Geográfica Intermediária do MATOPIBA com IDM Médio, entre 2014 e 2016.**

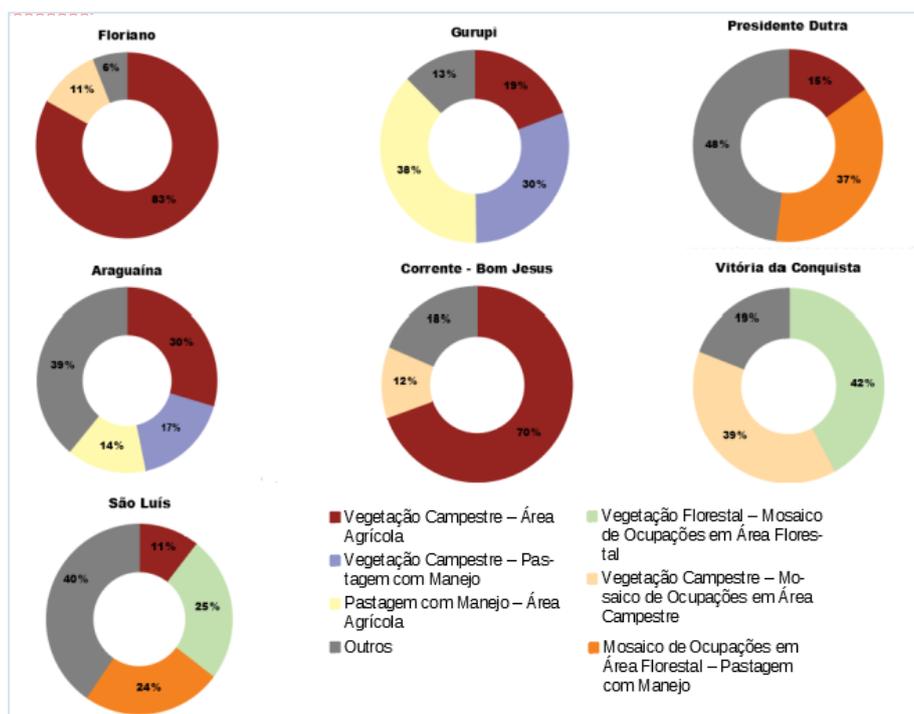
Mudança da Cobertura e Uso da Terra 2014 – 2016	Ind. de Intensidade de Mudanças (IIM)	Área de Mudanças por Região Geográfica Intermediária							
		Floriano	Gurupi	Corrente – Bom Jesus	Araguaína	São Luís	Presidente Dutra	Vitória da Conquista	TOTAL
Vegetação Campestre – Área Agrícola	3	438	100	347	141	55	64	1	1146
Vegetação Florestal – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	0	3	48	3	129	3	163	349
Vegetação Campestre – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	58	4	59	19	32	24	150	346
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Pastagem com Manejo	2,5	0	3	0	15	126	156	37	337
Vegetação Campestre – Pastagem com Manejo	3	5	157	15	82	19	40	0	318
Pastagem com Manejo – Área Agrícola	2,5	1	194	4	68	1	14	3	285
Pastagem com Manejo – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	0	0	0	45	34	7	3	89
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Agrícola	2,5	0	7	6	6	14	32	3	68
Vegetação Florestal – Pastagem com Manejo	3	0	0	2	29	9	15	13	68
Vegetação Campestre – Silvicultura	3	23	2	0	12	16	0	0	53
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Pastagem com Manejo	2,5	0	2	0		14	37	0	53
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Vegetação Florestal	1,5	0	1	2	9	13	6	3	34
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Área Agrícola	2,5	0	7	4	2	7	10	0	30
Vegetação Florestal – Área Agrícola	3	0	3	1	11	7	3	0	25
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Vegetação Campestre	1,5	0	5	11		5	2	0	23
Pastagem com Manejo – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	0	18	0	4	8	0	7	37
Área Agrícola – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	0	10	0		2	4	0	16
Pastagem com Manejo – Silvicultura	2,5	0	0	0	14	0	0	1	15
Área Agrícola – Silvicultura	2,5	3	0	0		11	0	0	14
Área Agrícola – Pastagem com Manejo	2,5	0	0	0	7	3	0	0	10
Vegetação Florestal – Silvicultura	3	0	0	0	5	0	0	1	6
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Silvicultura	2,5	0	0	0	5	0	0	0	5
Mosaico de Ocup. em Área Campestre – Área Artificial	2,5	0	0	0	0	3	2	0	5
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Artificial	2,5	0	0	0	0	3	0	2	5
Pastagem com Manejo – Área Artificial	2,5	0	0	0	0	4	0	0	4
Mosaico de Ocup. em Área Florestal – Área Artificial	2,5	0	0	0	0	0	4	0	4
Área Agrícola – Mosaico de Ocup. em Área Florestal	2	0	0	0	0	2	0	0	2
Vegetação Florestal – Área Artificial	3	0	0	0	0	1	0	0	1
Área Úmida – Área Artificial	3	0	0	0		1	0	0	1
Área Úmida – Mosaico de Ocup. em Área Campestre	2	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>528</b>	<b>516</b>	<b>499</b>	<b>477</b>	<b>520</b>	<b>423</b>	<b>387</b>	<b>3350</b>

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A mudança mais marcante em toda a região, como já observado é a conversão direta de vegetação campestre em áreas agrícolas (1.146 km<sup>2</sup>, 34% das mudanças da região). Em termos de Magnitude das mudanças, nota-se que as Regiões Geográficas

Intermediárias apontadas se aproximam, tendo uma área máxima de 528 km<sup>2</sup> de mudanças, na REGINT de Floriano, no Piauí, e um mínimo de 387 km<sup>2</sup> de mudanças em Vitória da Conquista, na Bahia. Na Figura 6, estão representadas as proporções das principais mudanças de cada Região Geográfica Intermediária apontada.

**Figura 6: Proporção das principais Mudanças por Região Geográfica Intermediária com IDM Médio do MATOPIBA, entre 2014 e 2016.**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

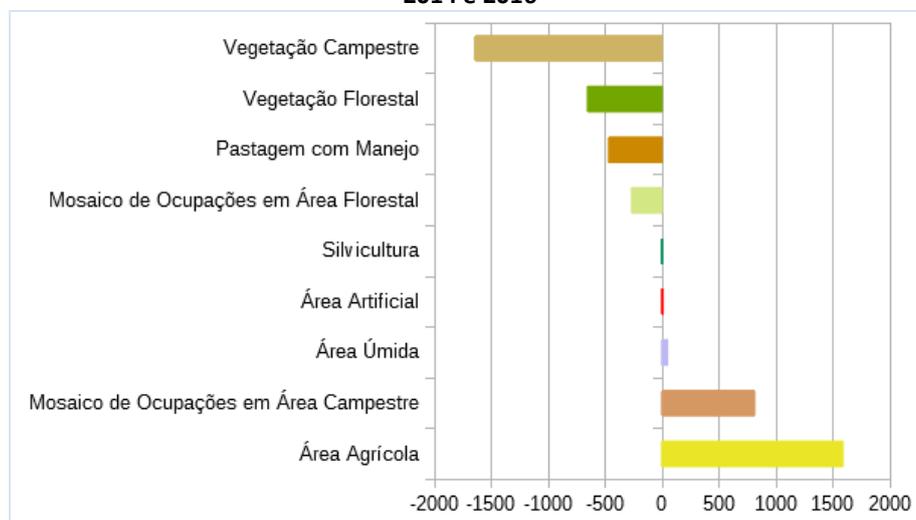
O maior destaque se faz nas Regiões Geográficas Intermediárias de Floriano e Corrente–Bom Jesus, no Piauí, que possuem, respectivamente, 83% e 79% de suas áreas de mudanças tomadas pela alteração de IIM 3, de vegetação campestre para área agrícola. As outras alterações presentes nestas regiões também se referem à substituição da vegetação campestre por outras classes, como mosaicos, pastagem com manejo e silvicultura. Desta forma, pode-se interpretar que esta região possui uma dinâmica de “frente de expansão”, ou de fronteira, onde grande parte da vegetação original é drasticamente reduzida e substituída por outros usos. Araguaína, no Tocantins, também teve como principal mudança a transformação direta da vegetação campestre em área agrícola, porém, há uma proporção maior (17% das mudanças) de áreas de vegetação campestre que se tornaram pastagem e de áreas de pastagem que se tornaram áreas agrícolas (14%), indicando que a região já possuía um uso associado à pecuária mais consolidado, até sua recente e progressiva substituição por áreas agrícolas. Em Gurupi, no Tocantins, nota-se também uma área considerável de vegetação campestre que se tornou pastagem (30% das mudanças).

Em São Luís e Presidente Dutra, no Maranhão, e Vitória da Conquista, na Bahia, destacam-se as transições entre os usos das classes de vegetação e as classes de mosaico. Nos casos de São Luís e Vitória da Conquista, as mudanças podem ser mais influenciadas pela intensa dinâmica de expansão urbana de seus centros do que pela lógica de expansão agrícola relacionada aos investimentos no MATOPIBA. É interessante notar, também, que por estarem localizadas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica, respectivamente, estas duas regiões já apresentam mudanças relacionadas à alteração da vegetação florestal para mosaicos.

### 3.2.3.2. Centro-Sul

Muitas Regiões Geográficas Intermediárias do centro-sul do Brasil se destacaram na faixa de IDM Médio, sobretudo nos estados de Minas Gerais (Patos de Minas, Varginha, Divinópolis e Uberlândia), São Paulo (Bauru, Ribeirão Preto, Presidente Prudente e Campinas) e uma REGINT no Mato Grosso do Sul (Corumbá). Estas são áreas tradicionalmente muito dinâmicas, onde o valor da produção agrícola tem alto investimento e alto valor agregado. Analisando os principais tipos de mudanças, é possível constatar que a área se mantém no padrão já apontado para o todo no território brasileiro, com perda de áreas de vegetação para mosaicos e a transição de mosaicos e pastagens para áreas agrícolas. Somando as mudanças de todas as Regiões Geográficas Intermediárias apontadas e fazendo um balanço, conforme aponta o Gráfico 8, é possível constatar que houve um incremento de 1.588 km<sup>2</sup> de áreas agrícolas na região, ocupando sobretudo áreas de vegetação campestre, mosaicos e pastagens. As áreas de mosaico em área campestre também cresceram, indicando a perda da cobertura original da vegetação campestre.

**Gráfico 8: Balanço das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil, por Classe, em km<sup>2</sup>, entre 2014 e 2016**



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

### 3.2.3.3. Pampas Gaúchos: Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul, apesar de apresentar áreas de mudança menores, comparado com as dinâmicas que vínhamos analisando até então, merece destaque por ter três REGINT adjacentes com um percentual tão considerável de mudanças de alta intensidade (IIM 3), que os diferenciaram do contexto em que se localizam. A Tabela 6 aponta as mudanças ocorridas nas REGINT de Santa Maria, Pelotas e Uruguaiana.

**Tabela 6: Mudanças em Área (km<sup>2</sup>) por Região Geográfica Intermediária do Rio Grande do Sul com IDM Médio, entre 2014 e 2016.**

Mudança da Cobertura e Uso da Terra 2014 – 2016	Ind. de Intensidade de Mudanças (IIM)	Área de Mudanças por Região Geográfica Intermediária			
		Santa Maria	Pelotas	Uruguaiana	TOTAL
Vegetação Campestre – Área Agrícola	3	278	255	235	768
Mosaico de Ocupações em Área Campestre – Área Agrícola	2,5	3	11	15	29
Vegetação Campestre – Mosaico de Ocupações em Área Campestre	2	3	11	6	20
Vegetação Florestal – Área Agrícola	3	13	0	6	19
Mosaico de Ocupações em Área Campestre – Vegetação Campestre	1,5	13	0	4	17
Vegetação Campestre – Silvicultura	3	0	10	0	10
Área Agrícola – Mosaico de Ocupações em Área Florestal	2	7	0	1	8
Mosaico de Ocupações em Área Florestal – Área Agrícola	2,5	4	2	0	6
Mosaico de Ocupações em Área Florestal – Vegetação Florestal	1,5	3	3	0	6
Mosaico de Ocupações em Área Florestal – Área Artificial	2,5	2	0	0	2
Pastagem com Manejo – Área Agrícola	2,5	0	2	0	2
Mosaico de Ocupações em Área Campestre – Área Artificial	2,5	1	0	0	1
Mosaico de Ocupações em Área Florestal – Silvicultura	2,5	0	1	0	1
Vegetação Florestal – Mosaico de Ocupações em Área Florestal	2	0	1	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>327</b>	<b>296</b>	<b>267</b>	<b>890</b>

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

É interessante observar que, em todos os casos, o que impulsionou a dinâmica da região foi a transformação direta da vegetação campestre em área agrícola, sendo 85% da área de mudanças de Santa Maria, 86% da área de mudanças de Pelotas e 88% da área de mudanças de Uruguaiana.

#### **4. Considerações Finais**

As avaliações e análises percorridas ao longo deste texto têm por base uma medida quantitativa da dinâmica de mudanças na cobertura e uso da terra do Brasil, dentro de um período temporal de referência, a qual se denomina Indicador de Dinâmica de Mudança, representado pela sigla IDM. Os valores de IDM agrupados segundo as Regiões Geográficas Intermediárias do Brasil (IBGE, 2017), em uma escala de cinco classes qualitativas que variam de “Muito Alto” a “Muito Baixo”, compõem o “Mapa da Dinâmica das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil – 2014-2016”, mostrado na figura 2.

Este indicador é obtido a partir do produto entre duas variáveis, ou indicadores auxiliares: a Intensidade (IIM), que mede o grau, ou a quão drástica, foi a transformação, e a Magnitude (IMM), que mede a extensão da transformação. Em termos práticos, o IDM tem por função a espacialização dessa transformação, permitindo visualizar e apontar onde elas foram mais significativas, ou onde foi a mais significativa. Já os indicadores auxiliares, IIM e IMM, são importantes não só para a obtenção do IDM, mas também como elementos fundamentais na análise dos processos envolvidos e nas relações de causa e efeito das mudanças identificadas.

No tocante à magnitude, uma medida de extensão, a heterogeneidade de tamanhos dos recortes espaciais representa uma fragilidade do método tendo em vista a tendência a realçar as maiores ou menores unidades, a depender da forma como for feita a medição — se em valores absolutos ou relativos. Se fossem adotados os valores relativos à extensão do recorte ou à extensão da área sem mudanças, por exemplo, as unidades espaciais menores, ou menos extensas, seriam erroneamente apontadas como as mais dinâmicas, embora estejam situadas fora das áreas de fronteira de ocupação, como no arco do desmatamento na Amazônia, ou de transformações no uso da terra, como no MATOPIBA. No entanto, considerando o fato de que tais áreas de fronteira, estão mais concentradas onde esses recortes estão representados pelas unidades de maiores extensões, optou-se por aplicar o valor absoluto. Uma alternativa seria buscar uma regionalização que se mostre mais homogênea na dimensão dos recortes espaciais, o que talvez possa se concretizar com a esperada construção da regionalização natural do Brasil, em processo de início de discussão no âmbito da Coordenação de Geografia e Meio Ambiente (CGEMA) do IBGE.

Uma outra dificuldade na avaliação, que merece ser mencionada, é a indefinição do uso efetivo da terra praticado nas áreas de mosaico de ocupação, tanto em área florestal quanto campestre. Observando-se o Gráfico 1, é possível verificar

que, das quinze principais mudanças detectadas no período de referência, oito envolvem como classe inicial ou final algum tipo de mosaico. Esta condição torna bastante difícil a análise precisa da dinâmica de mudança, considerando que o uso efetivo pode ser representado por várias classes do SCUT. Esforços no sentido de melhor discernir as classes de uso efetivo, como área agrícola ou pastagem presentes nas áreas mapeadas com mosaicos se tornam cada vez mais necessários, não só para as avaliações com o viés aqui adotado, como também para as iniciativas de produção de estatísticas e contabilidade ambientais.

No que tange às dinâmicas em si, observou-se que estas tendem a se concentrar seguindo a fronteira econômica aberta por projetos de ocupação e interiorização concebidos a partir da década de 1970, como é o caso da expansão para região do chamado arco do desmatamento, contemplando, também, áreas de abertura mais recentes, como é o caso do MATOPIBA. A região do Centro-Sul, conhecida por possuir maior dinamicidade econômica, apresenta maior consolidação de uso da terra, porém também tende a apresentar destaque nas dinâmicas das suas respectivas áreas em que há a predominância do agronegócio como agente econômico. Cada uma destas regiões apresenta um padrão geral, conforme abaixo:

1. No caso do arco do desmatamento, tem-se a perda de grandes áreas de florestas, substituídas por mosaico e, progressivamente, por pastagens e áreas agrícolas.

2. Na região do MATOPIBA, onde predomina a vegetação campestre, esta tende a ser substituída diretamente por áreas agrícolas, mudança de alta intensidade, sobretudo nas áreas de relevos mais planos, mais aptas à mecanização, foco do agronegócio.

3. O Centro-Sul possui uma dinâmica de substituição de usos consolidados, normalmente pastagens, dando lugar a áreas de silvicultura ou áreas agrícolas. Esta região tem sua dinâmica influenciada pela alta capacidade de investimento dos atores envolvidos, bem como pela aptidão agrícola do solo, mais maleável a usos diversos.

Os resultados obtidos por esta avaliação representam um conjunto de informações com o potencial de fornecer evidências materiais a realidades empiricamente contextualizadas. Isto é conseguido através da sistematização dos dados oriundos do MCUT e sua apresentação de forma concisa e regionalizada. O produto permite maior compreensão das dinâmicas das transformações de uso da terra no Brasil.

## Referências

CHEN, Jian et al. Research on geographical environment unit division based on the method of natural breaks (Jenks). *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, p. 47-50, 2013.

ESRI (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE). ArcGIS 10.3.1 for desktop. 2015.

IBGE. Grade Estatística. Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/recortes\\_para\\_fins\\_estatisticos/grade\\_estatistica/censo\\_2010/grade\\_estatistica.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/grade_estatistica.pdf). Acesso em: jun, 2019. IBGE, Centro de Documentação e Disseminação de Informações – Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias: 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf>. Acesso em: jun, 2019. IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

\_\_\_\_\_. Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil 2000 – 2010 –2012 – 2014: Em Grade Territorial Estatística. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101469.pdf>. Acesso em: jun, 2019. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil 2014 – 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101625.pdf>. Acesso em: jun, 2019. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Rio de Janeiro, 2018.

SOKOLONSKI, H. et al. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: Projeto de revitalização da bacia do rio São Francisco. Nota técnica: Vulnerabilidade Ambiental. IBGE – Rio de Janeiro, 2008.

SOUZA, Glaycon; PEREIRA, Mirlei. MATOPIBA: a Inteligência Territorial Estratégica (ITE) e a regionalização como ferramenta. *Revista NERA*, v. 22, n. 47, p. 22-45. Presidente Prudente, 2019.

STRAUCH, Julia Celia Mercedes; FRANÇA, Vitor Oliveira; AJARA, César. Método Dasimétrico Inteligente: uma aplicação na mesorregião metropolitana de Belém. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 6, n. 66/6, 2014.



## Apêndice 1 – Metodologia de Processamento dos Dados

Os insumos (destaque azul), processos (destaque amarelo) e produtos gerados (destaque verde) para a realização deste ensaio metodológico estão resumidos no esquema da Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de processos para cálculo do IDM



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

O primordial passo de todo o processo metodológico foi identificar quais classes de uso apresentaram mudança durante o biênio de estudo. Esta etapa foi realizada a partir de uma consulta (query) na tabela de atributos do shapefile de monitoramento da cobertura e uso da terra, comparando quais classes de uso eram diferentes entre os registros de 2014 e 2016. A consulta por atributos foi feita utilizando o operador “diferente” ( <> ) para comparar os tipos de classes de uso da terra, selecionando e identificando as células (em km<sup>2</sup>) que apresentaram mudança.

Uma vez identificadas as células com mudanças, foi gerada uma nova classe de feição (feature class, do arcGIS) nomeada como “GRE\_CUT\_14\_16\_MUD”, onde foi acrescentado um novo campo (add field) “MUD2014-2016” com as células identificadas como mudança provenientes da seleção feita pela query anterior. Para o

preenchimento automático, foi necessário concatenar as informações das classes de uso de 2014 e de 2016 para poder relacionar com o campo da tabela de domínio (campo com valores para todas as mudanças possíveis) importada da planilha que continha os respectivos valores dos indicadores de intensidade de mudança (Quadro 1, do item 2.2.1). A concatenação foi feita utilizando o operador field calculator através da expressão: [CD\_2014} & "\_" & [CD\_2016], e a relação foi feita através de um join field sendo o campo em comum o que continha a descrição das classes de uso de 2014 e 2016 igualmente concatenadas conforme a expressão utilizada no field calculator mencionada anteriormente. O produto resultante desta operação, em formato vetorial, passa a apresentar uma tabela de atributos com valores de IIM que variam entre 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 para cada tipo de mudança ocorrida no campo "MUD2014-2016".

A etapa seguinte consistiu em preparar os insumos (produtos) gerados para a tabulação cruzada (tabulate area do ArcGIS 10.3) a fim de realizar a ponderação zonal, ou seja, preparar as classes de feições criadas para permitir o cruzamento entre os elementos que se configuram em células de mudanças (zona de origem) e o recorte territorial (zona de destino), que no caso deste ensaio, foram as regiões geográficas intermediárias. A operação da ferramenta tabulate area gera como resultado uma tabela de atributos e, portanto, necessita que ambas classes de feição estejam, preferencialmente, em formato matricial (raster) para que seja possível uma melhor interpolação de valores que serão espacializados. Estas feições devem apresentar tabelas de atributos com valores inteiros para permitir o cruzamento.

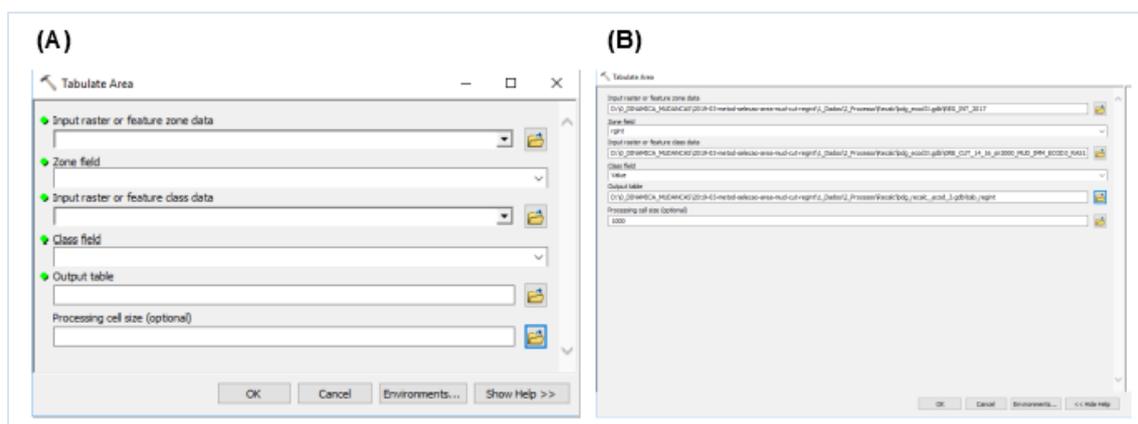
A classe de feição (feature class) com as células de mudanças, por apresentarem valores decimais de IIM necessitaram ter o campo de atributo multiplicado por 10 para se tornarem valores inteiros e permitir a operação do tabulate area. Assim, foi necessário criar mais um campo ('IIM\_10') através da ferramenta add field e efetuar a multiplicação do campo "IIM" por 10 através do field calculator para que o novo campo "IIM\_10" apresentasse somente valores inteiros de IIM. Após a criação do novo campo de valor inteiro, a classe de feição foi convertida para o formato raster através da ferramenta polygon to raster sendo criada uma classe de feição denominada "IIM\_10\_RAS".

A outra classe de feição necessária para a ponderação zonal e que corresponde à zona de destino, como já mencionado, foi a feature class originada do shapefile com os limites da divisão das Regiões Geográficas Intermediárias. Esta classe de feição necessitou ser convertida para a projeção plana (Projeção Cônica Equivalente de Albers, datum SIRGAS 2000) e, também, para formato matricial

(raster) com saída na mesma resolução espacial do monitoramento, isto é, em células de 1 km x 1 km (1 km<sup>2</sup>).

A Figura 2A mostra a interface da ferramenta *tabulate area* do ArcGIS 10.3 e a Figura 2B, a mesma interface, mas com o preenchimento dos campos da ferramenta. Segue uma explicação mais detalhada do procedimento de operação da ferramenta.

Figura 2: Interface da ferramenta *tabulate area* do ArcGIS 10.3



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

Em (A), a interface da ferramenta *tabulate area* do ArcGIS. Em (B), a mesma interface configurada com os parâmetros explicados no texto.

O dado *raster* de entrada (*input raster or feature zone data*) terá a função da zona de destino para o procedimento de ponderação zonal. O campo que funcionará como valor de interpolação (*zone field*) será o campo com o identificador da unidade de mapeamento, no caso, o código da Região Geográfica Intermediária (campo “*regint*”). O outro dado *raster* de entrada (*input raster or feature class data*) terá a função da zona de origem, ou seja, será a classe de feição que contém as células de mudança, que no caso do ensaio foi a classe de feição “IIM\_10\_RAS”. O campo que fará a correspondência (*class field*) será o “*value*”. Como o resultado do *tabulate area* é uma tabela, uma tabela de saída (*output table*) deverá ser criada ao preencher a interface da ferramenta. O tamanho da célula de processamento (*processing cell size*) utilizado, neste trabalho, foi de 1000, o que expressa 1000 m ou 1 km de extensão a lateral de cada célula. Importante ressaltar que no processamento da geração da tabela de saída, os campos de valores das células de mudança deverão ser posteriormente divididos por 1.000.000 para que sejam convertidos novamente de m<sup>2</sup> para km<sup>2</sup> através do operador *field calculator*.

A tabela resultante do processamento do *tabulate area* agrupa, para cada unidade de mapeamento, as células de mudança por tipo de intensidade (valores de

peso), sendo gerada uma tabela de saída composta de um campo identificador, que serve de chave primária para relacionar as unidades de mapeamento, e mais a quantidade de campos (colunas) necessários de acordo com o número de divisões pré-estabelecidas de agrupamento, que no nosso estudo foram 4 colunas ou 4 “values”. Estes “values” correspondem à divisão da distribuição de frequência de células de mudança pelos 4 indicadores de IIM estabelecidos (ou seja, os valores 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 que foram convertidos para os valores inteiros 15, 20, 25 e 30, respectivamente).

A Figura 3 mostra parte da tabela de atributos proveniente do processamento resultante do *tabulate area* para os quatro valores (*values*) de interpolação utilizados. O primeiro campo apresenta o código das Regiões Geográficas Intermediárias (2017), e os quatro campos seguintes, a distribuição das células de mudança de acordo com a frequência dos valores de IIM, já convertidos para km<sup>2</sup>, em cada classe de categoria de intensidade de mudança estabelecida neste estudo (ver Quadro 1). Estes valores, provenientes da categorização espacializada do IIM, servirão de insumo para o cálculo do Indicador de Magnitude de Mudança (IMM).

**Figura 3: Vista parcial dos registros gerados na tabela de atributos proveniente do processamento do *tabulate area* do ArcGIS 10.3**

RGINT	VALUE 15	VALUE 20	VALUE 25	VALUE 30
1502	118	4272	1248	163
5103	36	1986	2352	525
1101	47	1829	1511	117
1503	59	2322	306	150
5001	29	95	1773	287
5104	20	355	1571	234
1504	17	1767	462	152
2102	149	1385	386	38
1501	77	1101	681	17
1301	33	1951	7	1
1303	12	1429	145	235
2105	50	407	726	410
1102	1	388	54	908
1701	0	119	319	783
3110	9	304	612	212
5002	8	12	991	35
5101	23	150	586	232
1505	28	930	100	40
1506	17	693	191	119

Quantidade de células de mudança (em km<sup>2</sup>) por tipo de Indicador de Intensidade de Mudança (IIM). A normalização destes campos para um intervalo de valor de 0 a 3 origina o Indicador de Magnitude de Mudança (IMM).

Código das Regiões Geográficas Intermediárias (2017)

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

Neste ensaio, à medida que foram sendo realizados os processos necessários para o cálculo de ponderação, a tabela de atributos gerada pelo *tabulate area* foi sendo paulatinamente alterada com a adição de novos campos, assumindo assim a configuração final conforme mostra a Figura 4. Segue a descrição detalhada de cada etapa de processamento para se chegar ao Indicador de Dinâmica de Mudança.

**Figura 4: Vista parcial da tabela de atributos gerada no processamento do *tabulate area* do ArcGIS 10.3 ao final dos processamentos de cálculo de IDM**

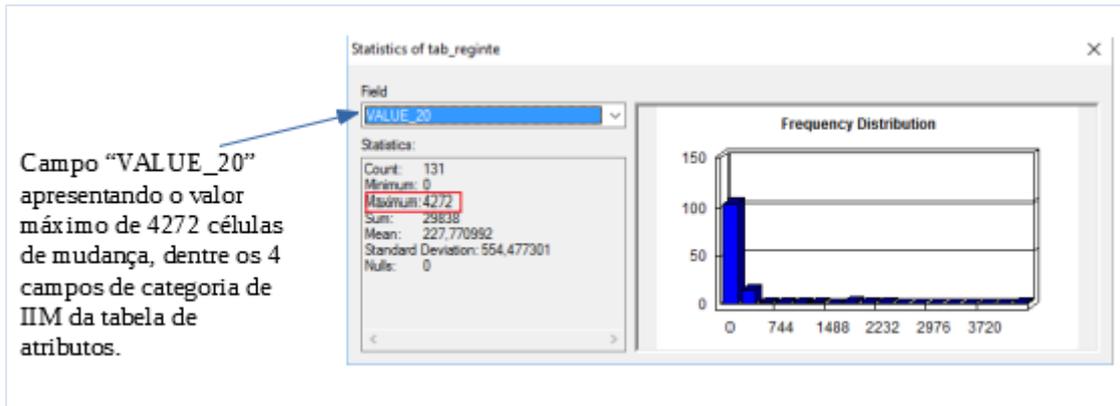
Novos campos gerados na tabela de atributos do *tabulate area*  
no decorrer dos processamentos do cálculo do IDM

RGINT	VALUE_15	VALUE_20	VALUE_25	VALUE_30	Nm_15	Nm_20	Nm_25	Nm_30	P15	P20	P25	P30	IDM
1502	118	4272	1248	163	0,0829	3,0000	0,8764	0,1145	0,1243	6,0000	2,1910	0,3434	8,6587
5103	36	1986	2352	525	0,0253	1,3947	1,6517	0,3687	0,0379	2,7893	4,1292	1,1060	8,0625
1101	47	1829	1511	117	0,0330	1,2844	1,0611	0,0822	0,0495	2,5688	2,6527	0,2465	5,5176
1503	59	2322	306	150	0,0414	1,5306	0,2149	0,1053	0,0821	3,2612	0,5372	0,3160	4,1766
5001	29	95	1773	287	0,0204	0,0667	1,2451	0,2015	0,0305	0,1334	3,1127	0,6046	3,8813
5104	20	355	1571	234	0,0140	0,2493	1,1032	0,1643	0,0211	0,4986	2,7581	0,4930	3,7707
1504	17	1767	462	152	0,0119	1,2409	0,3244	0,1067	0,0179	2,4817	0,8111	0,3202	3,6310
2102	149	1385	386	38	0,1046	0,9726	0,2711	0,0267	0,1570	1,9452	0,6777	0,0801	2,8599
1501	77	1101	681	17	0,0541	0,7732	0,4782	0,0119	0,0811	1,5463	1,1956	0,0358	2,8588
1301	33	1951	7	1	0,0232	1,3701	0,0049	0,0007	0,0348	2,7402	0,0123	0,0021	2,7893
1303	12	1429	145	235	0,0084	1,0035	0,1018	0,1650	0,0126	2,0070	0,2546	0,4951	2,7693
2105	50	407	726	410	0,0351	0,2858	0,5098	0,2879	0,0527	0,5716	1,2746	0,8638	2,7626
1102	1	388	54	908	0,0007	0,2725	0,0379	0,6376	0,0011	0,5449	0,0948	1,9129	2,5537
1701	0	119	319	783	0,0000	0,0836	0,2240	0,5499	0,0000	0,1671	0,5600	1,6496	2,3768
3110	9	304	612	212	0,0063	0,2135	0,4298	0,1489	0,0095	0,4270	1,0744	0,4466	1,9575
5002	8	12	991	35	0,0056	0,0084	0,6959	0,0246	0,0084	0,0169	1,7398	0,0737	1,8388
5101	23	150	586	232	0,0162	0,1053	0,4115	0,1629	0,0242	0,2107	1,0288	0,4888	1,7525
1505	28	930	100	40	0,0197	0,6531	0,0702	0,0281	0,0295	1,3062	0,1756	0,0843	1,5955
1506	17	693	191	119	0,0119	0,4867	0,1341	0,0836	0,0179	0,9733	0,3353	0,2507	1,5772

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

Para estabelecer o Indicador da Magnitude de Mudança, como já mencionado, foi necessário considerar a dimensão espacial (extensão da área) da mudança em um intervalo normalizado. Desta forma, foi definido um intervalo semelhante ao IIM, ou seja, o valor máximo escalar sendo 3, porém o menor valor começando do 0 (zero), uma vez que a dimensão área pode ser expressa em intervalos de variável contínua, podendo assumir, em uma normalização, qualquer valor em um intervalo menor que 1. Uma vez definido o intervalo, a etapa seguinte foi determinar a maior área por tipo de mudança para que assumisse o valor 3 e recalcular, proporcionalmente, os demais valores de área para dentro do intervalo estabelecido de 0 a 3. Operacionalmente, no ArcGIS 10.3, esta etapa foi feita verificando qual o valor máximo de área em cada campo de “value” através de um relatório mostrado pelo operador “Statistic” (Figura 5) e, assim, determinando qual o máximo valor entre os 4 campos que assumiria o valor 3 do intervalo. No processamento, o máximo valor foi encontrado no campo “VALUE\_20”, que apresentou o quantitativo de 4272 células de mudança (destaque no retângulo em vermelho da Figura 5).

Figura 5: Operador Statistic do ArcGIS 10.3 mostrando um relatório por campo da tabela de tributos



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

O cálculo da normalização para cada campo foi feita adicionando um novo campo na tabela de atributos (através do *add field*) para receber os valores normalizados da área de mudança, e através de uma regra de três simples no operador *field calculator1* foram calculados os valores normalizados em um intervalo de 0 a 3 para cada tipo de mudança, gerando assim, ao término deste processamento, os Indicadores de Magnitude de Mudança (IMM) para cada região geográfica intermediária (Figura 6).

Figura 6: Vista parcial da tabela de atributos gerada no processamento do *tabulate area* do ArcGIS 10.3, com destaque para os Indicadores de Magnitude de Mudança

Indicadores de Magnitude de Mudança (IMM) gerados a partir do cálculo de **normalização** das áreas de mudança pelos seus respectivos Indicadores de Intensidade de Mudança (IIM)

RGINT	VALUE_15	VALUE_20	VALUE_25	VALUE_30	Nm_15	Nm_20	Nm_25	Nm_30	P15	P20	F25	P30	IDM
1502	118	4272	1248	163	0,0829	3,0000	0,8764	0,1145	0,1243	6,0000	2,1910	0,3434	8,6587
5103	36	1986	2352	525	0,0253	1,3947	1,6517	0,3637	0,0379	2,7893	4,1292	1,1060	8,0625
1101	47	1829	1511	117	0,0330	1,2824	1,0611	0,0822	0,0495	2,5688	2,6527	0,2465	5,5176
1503	59	2322	306	150	0,0414	1,6306	0,2149	0,1053	0,0521	3,2612	0,5372	0,3160	4,1766
5001	29	95	1773	287	0,0204	0,0667	1,2451	0,2015	0,0305	0,1334	3,1127	0,6046	3,8813
5104	20	355	1571	234	0,0140	0,2493	1,1032	0,1643	0,0211	0,4986	2,7581	0,4930	3,7707
1504	17	1767	462	152	0,0119	1,2409	0,3244	0,1087	0,0179	2,4817	0,3111	0,3202	3,6310
2102	149	1385	386	38	0,1046	0,9726	0,2711	0,0267	0,1570	1,9452	0,6777	0,0801	2,8599
1501	77	1101	881	17	0,0541	0,7732	0,4782	0,0119	0,0811	1,5483	1,1956	0,0358	2,8588
1301	33	1951	7	1	0,0232	1,3701	0,0049	0,0007	0,0348	2,7402	0,0123	0,0021	2,7893
1303	12	1429	145	235	0,0084	1,0035	0,1013	0,1650	0,0126	2,0070	0,2546	0,4951	2,7693
2105	50	407	726	410	0,0351	0,2858	0,5093	0,2879	0,0527	0,5716	1,2746	0,8638	2,7626
1102	1	388	54	908	0,0007	0,2725	0,0379	0,6376	0,0011	0,5448	0,0648	1,9129	2,5537
1701	0	119	319	783	0,0000	0,0836	0,2240	0,5499	0,0000	0,1671	0,5600	1,6496	2,3768
3110	9	304	612	212	0,0063	0,2135	0,4293	0,1439	0,0095	0,4270	1,0744	0,4466	1,9575
5002	8	12	991	35	0,0056	0,0084	0,6959	0,0246	0,0084	0,0169	1,7398	0,0737	1,8388
5101	23	150	586	232	0,0162	0,1053	0,4115	0,1629	0,0242	0,2107	1,0288	0,4888	1,7525
1505	28	930	100	40	0,0197	0,6531	0,0702	0,0281	0,0295	1,3062	0,1756	0,0843	1,5955
1506	17	693	191	119	0,0119	0,4867	0,1341	0,0836	0,0179	0,9733	0,3353	0,2507	1,5772

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A etapa final de processamento foi a ponderação (multiplicação) dos valores de IIM pelos IMM e, através do somatório dessas ponderações, chegar ao resultado dos Indicadores de Dinâmica de Mudança (IDM) de cada região geográfica intermediária.

O primeiro passo desta etapa foi a criação dos novos campos (através do operador add field) para as variáveis que receberão os valores calculados dos produtos resultantes da ponderação. A seguir, através do operador *field calculator* foi feita a multiplicação entre o valor de IIM e o campo de IMM respectivo, gerando quatro novos campos (P15, P20, P25, P30) na tabela de atributos gerada inicialmente pelo *tabulate area* (Figura 7).

Figura 7: Vista parcial da tabela de atributos gerada no processamento do *tabulate area* do ArcGIS 10.3, com destaque para os campos resultantes da ponderação entre IIM e IMM

RGINT	VALUE 15	VALUE 20	VALUE 25	VALUE 30	Nm 15	Nm 20	Nm 25	Nm 30	P15	P20	P25	P30	IDM
1502	118	4272	1248	163	0,0829	3,0000	0,8764	0,1145	0,1243	6,0000	2,1910	0,3434	8,6587
5103	36	1986	2352	525	0,6253	1,3947	1,6517	0,3687	0,4379	2,7893	4,1292	1,1060	8,0625
1101	47	1829	1511	117	0,0330	1,2844	1,0811	0,0822	0,0495	2,5688	2,8527	0,2465	5,5176
1503	59	2322	306	150	0,0414	1,6306	0,2149	0,1053	0,0621	3,2612	0,5372	0,3160	4,1766
5001	29	95	1773	287	0,0204	0,0667	1,2451	0,2015	0,0305	0,1334	3,1127	0,6046	3,8813
5104	20	355	1571	234	0,0140	0,2493	1,1032	0,1643	0,0211	0,4986	2,7581	0,4930	3,7707
1504	17	1767	462	152	0,0119	1,2409	0,3244	0,1067	0,0179	2,4817	0,8111	0,3202	3,6310
2102	149	1385	386	38	0,1046	0,9726	0,2711	0,0267	0,1570	1,9452	0,6777	0,0801	2,8599
1501	77	1101	681	17	0,0541	0,7732	0,4782	0,0119	0,0811	1,5463	1,1956	0,0358	2,8588
1301	33	1951	7	1	0,0232	1,3701	0,0049	0,0007	0,0348	2,7402	0,0123	0,0021	2,7893
1303	12	1429	145	235	0,0084	1,0035	0,1018	0,1650	0,0126	2,0070	0,2546	0,4951	2,7893
2105	50	407	726	410	0,0351	0,2858	0,5098	0,2879	0,0527	0,5716	1,2746	0,8638	2,7626
1102	1	388	54	908	0,0007	0,2725	0,0379	0,6376	0,0011	0,5449	0,0948	1,9129	2,5537
1701	0	119	319	783	0,0000	0,0836	0,2240	0,5499	0,0000	0,1671	0,5600	1,6496	2,3768
3110	9	304	612	212	0,0083	0,2135	0,4298	0,1489	0,0095	0,4270	1,0744	0,4466	1,9575
5002	8	12	991	35	0,0056	0,0084	0,6959	0,0246	0,0084	0,0169	1,7398	0,0737	1,8388
5101	23	150	586	232	0,0162	0,1053	0,4115	0,1629	0,0242	0,2107	1,0288	0,4888	1,7525
1505	28	930	100	40	0,0197	0,6531	0,0702	0,0281	0,0295	1,3062	0,1756	0,0843	1,5955
1506	17	693	191	119	0,0119	0,4867	0,1341	0,0836	0,0179	0,9733	0,3353	0,2507	1,5772

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

A partir dos novos campos gerados das ponderações foi calculado o Indicador de Dinâmica de Mudança (IDM) através do somatório destes campos. Operacionalmente, esta etapa foi realizada criando mais um campo (operador add field do ArcGIS 10.3) para a variável IDM que contemplou o resultado da soma das ponderações. Através do operador field calculator foi feita a soma de todos os campos de ponderação (P15 + P20 + P25 + P30) resultando, finalmente, no último campo da tabela de atributos (Figura 8).

**Figura 8: Vista parcial da tabela de atributos gerada no processamento do tabulate area do ArcGIS 10.3, com destaque para o campo IDM**

(P15 + P20 + P25 + P30) = IDM

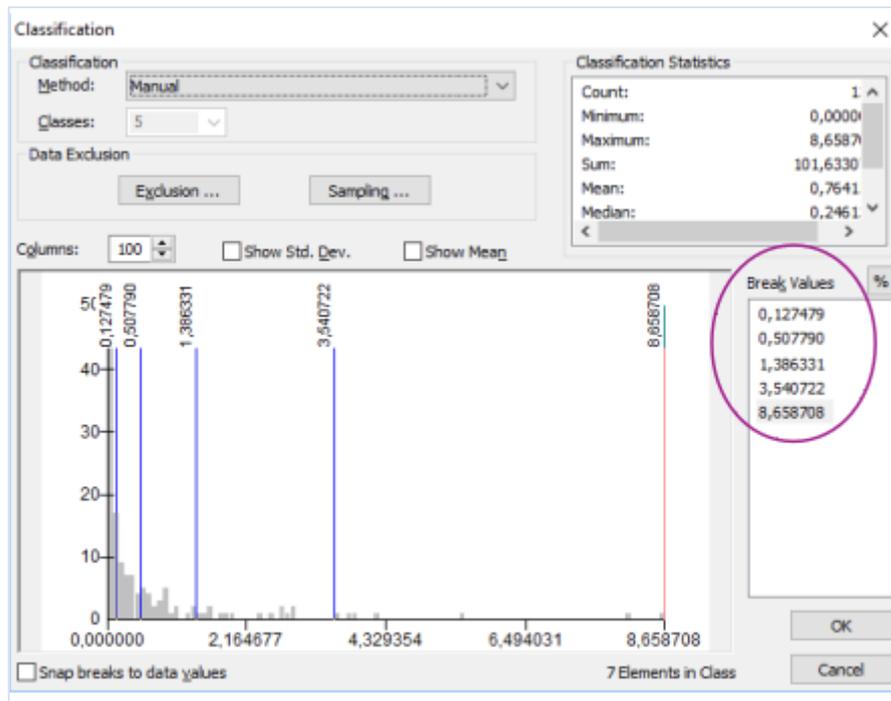
RGINT	VALUE 15	VALUE 20	VALUE 25	VALUE 30	Nm 15	Nm 20	Nm 25	Nm 30	P15	P20	P25	P30	IDM
1502	118	4272	1248	163	0,0829	3,0000	0,8764	0,1145	0,1243	6,0000	2,1910	0,3434	8,6587
5103	36	1986	2352	525	0,0253	1,3947	1,6517	0,3687	0,0379	2,7893	4,1292	1,1060	8,0625
1101	47	1829	1511	117	0,0330	1,2844	1,0611	0,0822	0,0495	2,5688	2,6527	0,2465	5,5176
1503	59	2322	306	150	0,0414	1,6306	0,2149	0,1053	0,0621	3,2612	0,5372	0,3160	4,1766
5001	29	95	1773	287	0,0204	0,0667	1,2451	0,2015	0,0305	0,1334	3,1127	0,6046	3,8813
5104	20	355	1571	234	0,0140	0,2493	1,1032	0,1643	0,0211	0,4986	2,7581	0,4930	3,7707
1504	17	1767	462	152	0,0119	1,2409	0,3244	0,1067	0,0179	2,4817	0,8111	0,3202	3,6310
2102	149	1385	386	38	0,1048	0,9726	0,2711	0,0267	0,1570	1,9452	0,6777	0,0801	2,8599
1501	77	1101	681	17	0,0541	0,7732	0,4782	0,0119	0,0811	1,5463	1,1856	0,0358	2,8588
1301	33	1951	7	1	0,0232	1,3701	0,0049	0,0007	0,0348	2,7402	0,0123	0,0021	2,7893
1303	12	1429	145	235	0,0084	1,0035	0,1018	0,1650	0,0126	2,0070	0,2546	0,4951	2,7693
2105	50	407	726	410	0,0351	0,2858	0,5098	0,2879	0,0527	0,5716	1,2746	0,8638	2,7626
1102	1	388	54	908	0,0007	0,2725	0,0379	0,6376	0,0011	0,5449	0,0648	1,9129	2,5537
1701	0	119	319	783	0,0000	0,0838	0,2240	0,5499	0,0000	0,1671	0,5600	1,6496	2,3768
3110	9	304	612	212	0,0063	0,2135	0,4298	0,1489	0,0095	0,4270	1,0744	0,4466	1,9575
5002	8	12	991	35	0,0058	0,0084	0,6959	0,0246	0,0084	0,0169	1,7399	0,0737	1,8388
5101	23	150	586	232	0,0162	0,1053	0,4115	0,1629	0,0242	0,2107	1,0288	0,4888	1,7525
1505	28	930	100	40	0,0197	0,8531	0,0702	0,0281	0,0295	1,3062	0,1756	0,0843	1,5955
1506	17	693	191	119	0,0119	0,4867	0,1341	0,0836	0,0179	0,9733	0,3353	0,2507	1,5772

Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

Uma vez calculado o IDM, a etapa seguinte, e principal, foi espacializar o resultado do IDM no mapa das divisões das regiões geográficas intermediárias através do relacionamento de campos em comuns entre as tabelas do Banco de Dados a partir do código de cada região intermediária que serviu de chave primária para fazer a junção e, por conseguinte, espacializar o IDM em um mapa. A ferramenta utilizada foi o join field do ArcGIS 10.3. Entretanto, é importante explicar que a saída da variável IDM, por se tratar de uma variável contínua, pode ser categorizada em vários intervalos de distribuição de frequência. De acordo com os intervalos escolhidos o mapa de saída apresentará uma configuração espacial diferente por classes de cores. Neste ensaio, como já mencionado, a classificação de saída eleita foi o Natural Breaks (Jenks), sendo definidos 5 valores de intervalos de corte (break values): 0,127479; 0,507790; 1,386331; 3,540722 e 8,658708 (Figura 9).

Estes intervalos, por sua vez, definiram 5 categorias de IDM para as regiões geográficas intermediárias. As cinco classes de valores de IDM definiram a dinâmica de mudança de cobertura e uso da terra em: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Figura 9: Detalhe da aba de classificação pelo Natural Breaks mostrando o histograma de distribuição de frequência de IDM e os 5 valores de intervalos



Fonte: IBGE, Gerência de Recursos Naturais – UE/PA, 2019.

Estes valores de corte foram determinados após exaustivos testes de classificação e espacialização, sendo que após ter sido feito o mesmo procedimento metodológico de IDM para o recorte em nível de divisão municipal, a classificação feita pelo Natural Breaks apresentou estes valores de intervalos de corte que, ao ser testada para a espacialização de saída por Regiões Geográficas Intermediárias, apresentou um resultado plausível com as dinâmicas de transformações territoriais conhecidas, com destaque para o arco de desmatamento da Amazônia, a região do MATOPIBA, as mudanças de cobertura e uso da terra na porção centro-sul do país e na região dos pampas gaúchos.



## **Equipe Técnica**

### **Coordenação de Geografia e Meio Ambiente**

Cláudio Stenner

### **Gerência Geral de Meio Ambiente**

Therence Paoliello de Sarti

### **Gerência de Mapeamento e Sensoriamento Remoto**

Luciana Mara Temponi de Oliveira

### **Gerência de Recursos Naturais do Pará**

Pedro Edson Leal Bezerra

## **Equipe Técnica**

Alda Monteiro Barbosa

Joana D'Arc Carmo Arouck Ferreira

Luis Henrique Rocha Guimarães

Manuela Mendonça de Alvarenga

Maria Denise Ribeiro Bacelar

Mário Ivan Cardoso de Lima

Otto Marques dos Santos Neves

Pedro Edson Leal Bezerra

## **Equipe Editorial**

### **Gerência de Disseminação e Informação**

Nívia Régis Di Maio Pereira

## **Equipe Editorial**

Luiz Antônio de Moraes

Ana Claudia Neves do Livramento

Ceni Maria de Paula de Souza

Jeronimo Pedro Nogueira do Couto

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



/ibgecomunica



/ibgeoficial



/ibgeoficial



/ibgeoficial

**[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) 0800 721 8181**

