

Análise Espacial de Taxas de Desmatamento na Amazônia Legal Maranhense: Espacialização e Diagnóstico do PPCD-MA

Rodrigo Lima Santos¹
Fabrizia Gioppo Nunes¹

¹Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG-IESA
Universidade Federal de Goiás – UFG – Campus II - Samambaia
CEP: 74001-970 - Goiânia - GO, Brasil
{rlimasantos3, fabrizia.iesa.ufg}@gmail.com

Abstract. Deforestation of the major biomes and its consequences, become a threat, rising to global companies. Understand why they occur and where this process takes place, as well as evaluate the effectiveness of control policies, it is a fundamental activity for the fulfillment of effective reduction targets. This paper seeks to understand the numbers PRODES (2001 - 2014) for the state of Maranhão and assess to what extent the Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão - PPCD-MA It is being fulfilled. The methodological procedures were constituted: acquisition of base vectors and numerical data processing and integration into GIS and Excel M. (2007), generating annual maps and overview maps as well as verification of the PPCD-MA goals. As a result, the data analyzed showed that the plan was successful in the period (2006-2015), with a positive balance of 2% reduction above the target. However, when considering the five-year period (2006-2010) is noted a deficit of 273 km² reduction target. Thus, they can identify meso and priority municipalities for the development of control measures, due to the historical and current concentration of deforestation.

Key words: Vegetation cover, Loss of vegetation, PRODES data. Maranhão.

1. Introdução

Desde a colonização, os recursos naturais brasileiros, notadamente a madeira proveniente de nossos biomas, vêm sofrendo um processo exploratório gigantesco, tomando-se por base a utopia de que tais recursos seriam infinitos. Ao longo da história, foram várias as ideologias que orientaram esse tipo de prática, quase todas pautadas nos interesses econômicos.

Com o início da segunda metade do século XX, outros processos passam a figurar no seio das atividades, que vão de encontro aos interesses preservacionistas, da vegetação em geral ou dos biomas. Destes, podemos destacar: a) a industrialização crescente do país e descentralização das atividades produtivas; b) a abertura de eixos ferroviários e posteriormente, rodoviários e; c) o desenvolvimento do meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 1994). Especificamente, para o Bioma Amazônico, Fearnside (2005); Fearnside (2010) e Soares-Filho *et al.* (2005) apontam, outras causas do desmatamento, decorrentes de diferentes períodos.

Assim, no caso do Bioma Amazônico recaem, as iniciativas de cunho político para sua inserção no cenário econômico nacional e nas políticas de incentivo a sua ocupação. Dentre outras visões, Araújo *et al.* (2011) ressaltam também, que as causas dos desmatamentos na Amazônia têm sido muito diferenciadas e expõe a complexidade dos interesses dos diferentes atores envolvidos no processo de apropriação do espaço. Isso acarreta tensões e conflito em diferentes escalas conforme apontamentos de BECKER (2005).

Na Amazônia Legal Maranhense, os desmatamentos são múltiplos e conforme Maranhão (2011), estão ligados às atividades ilícitas e/ou às práticas não-sustentáveis realizadas, principalmente, nos setores econômicos primário (pecuária, agricultura, extrativismo vegetal e mineração) e secundário (siderurgia, madeira, construção civil, etc). É no âmbito desse cenário, que o Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal – PRODES, vêm desempenhando um papel significativo no monitoramento, medição e divulgação das taxas de desmatamento para a Amazônia Legal, desde 1988 (INPE, 2016).

Atendendo ao fato de que os dados divulgados anualmente pelo projeto PRODES são de natureza numérica, objetiva-se neste trabalho, apresentar esses dados de maneira espacial, a partir da elaboração de produtos cartográficos que ilustram o incremento anual dos desmatamentos, entre o intervalo 2001 a 2014. Para tanto, como recorte espacial, adotou a unidade de área a nível de municípios, visando realizar o acompanhamento das metas estabelecidas pelo Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão – PPCD - MA.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo corresponde à porção ocidental da Amazônia Maranhense, também conhecida como Amazônia Legal Maranhense – A. L. M., constituída por 170 municípios, de acordo com a Figura 1. A Amazônia Legal – A. L. compreende ainda territórios de mais 8 estados por completo, sendo o Maranhão o único estado abrangido parcialmente. Segundo dados do IBGE (2010), a população corresponde a um total de 5.108.663 habitantes e equivale a aproximadamente 78% do total do estado.

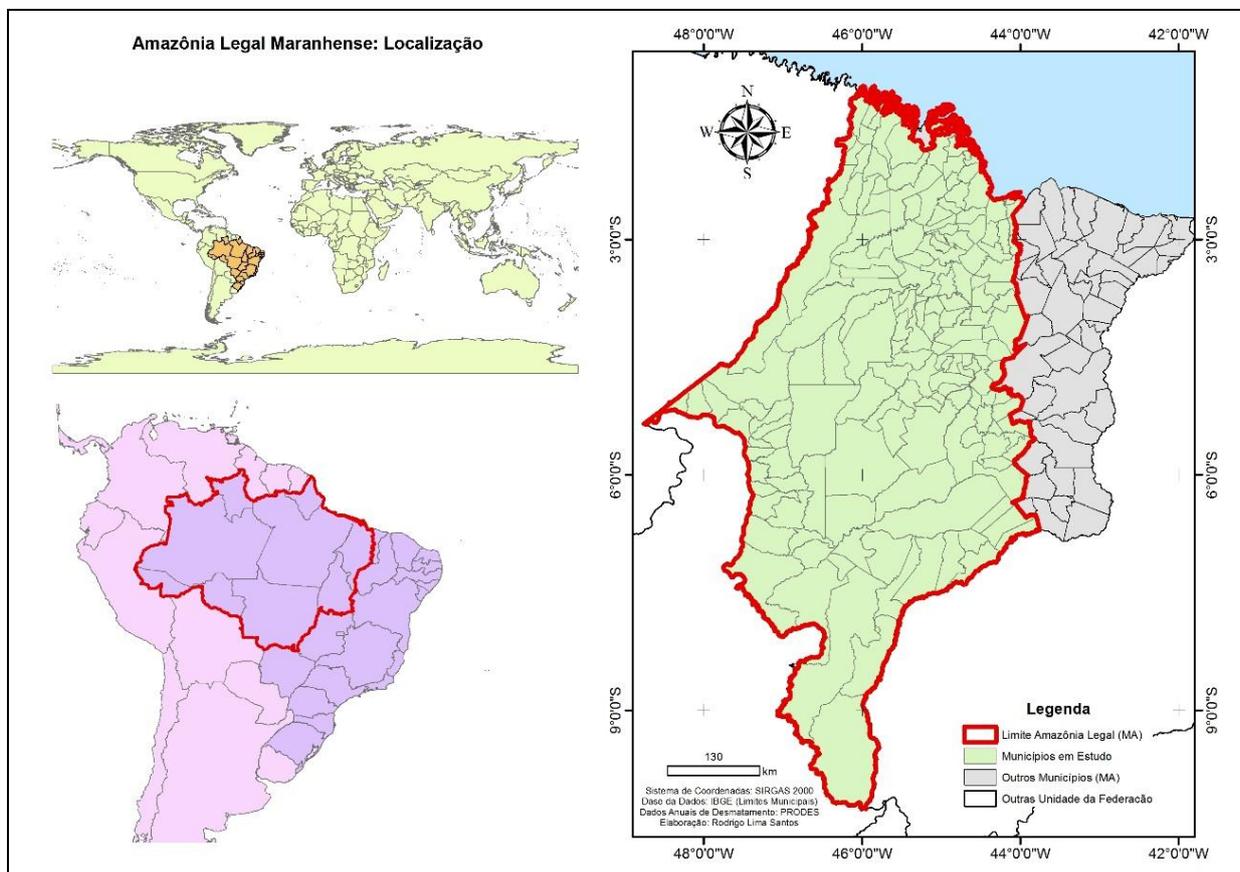


Figura 1 - Mapa de Localização da Amazônia Legal Maranhense, com destaque para seus 170 municípios. Organizado pelo autor. Fonte: IBGE.

Os procedimentos metodológicos adotados podem ser conferidos na Figura 2, e são apresentados em 2 eixos de trabalho. O primeiro, baseado no tratamento dos dados e o segundo, baseado na análise do PPCD-MA.

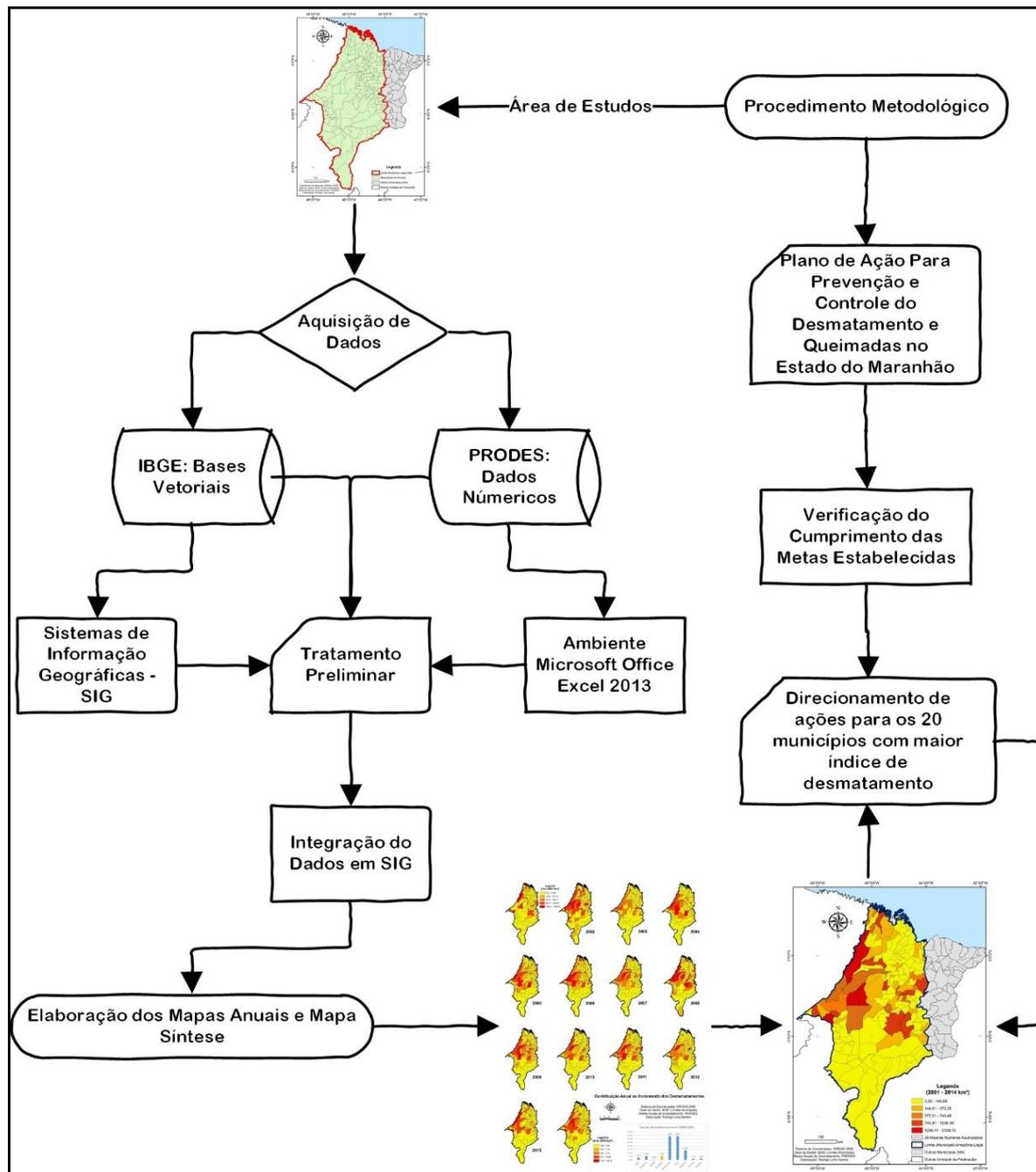
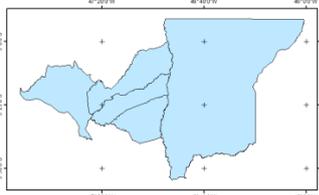
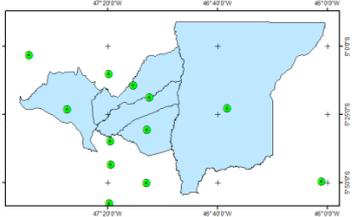
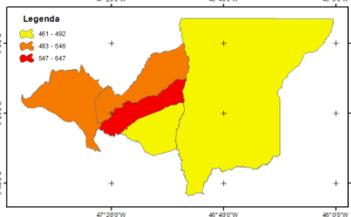


Figura 2 - Fluxograma das Etapas e Procedimentos Adotados

O recorte temporal estabelecido compreendeu um total de 14 anos, entre os anos de 2001 a 2014. Os procedimentos utilizados para a espacialização dos dados podem ser consultados no Quadro 1, que exemplifica a metodologia geral para o conjunto de 5 municípios. Após aquisição da base vetorial dos municípios e dos dados de desmatamento, em formato pontual, realizou-se a integração dos dados a partir da geocodificação dessas informações, atribuindo o valor do desmatamento equivalente para cada ano. Uma particularidade notada diz respeito ao ponto localizar-se dentro do município equivalente, não sendo possível identificar correspondência da localização do ponto com áreas urbanas ou quaisquer outras peculiaridades.

Quadro 01 – Dados usados no artigo e produto final: Apresentação e características gerais.

Superfície de Análise	Dados Analisados	Produto Anual Gerado																																																
 <p>Fonte: IBGE – Base Vetorial</p>	 <table border="1" data-bbox="564 546 932 719"> <thead> <tr> <th>Municípios</th> <th>Incremento 2001</th> <th>Incremento 2002</th> <th>Incremento 2003</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Santa Luzia</td><td>37,70</td><td>123,80</td><td>24,80</td></tr> <tr><td>Açailândia</td><td>82,70</td><td>34,90</td><td>54,80</td></tr> <tr><td>Baixa do Corda</td><td>730,50</td><td>33,40</td><td>29,50</td></tr> <tr><td>Bom Jardim</td><td>24,00</td><td>127,30</td><td>29,90</td></tr> <tr><td>Itinga do Maranhão</td><td>79,90</td><td>55,90</td><td>25,90</td></tr> <tr><td>Amarante do Maranhão</td><td>47,00</td><td>45,40</td><td>29,40</td></tr> <tr><td>Bom Jesus das Selvas</td><td>1021,60</td><td>58,60</td><td>5,10</td></tr> <tr><td>Centro Novo do Maranhão</td><td>1808,40</td><td>23,40</td><td>29,30</td></tr> <tr><td>Alto Alegre do Pindaré</td><td>202,10</td><td>10,60</td><td>21,80</td></tr> <tr><td>Arame</td><td>82,40</td><td>37,30</td><td>3,30</td></tr> <tr><td>Lagoa da Pedra</td><td>58,60</td><td>2,20</td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table> <p>Fonte: INPE/PRODES</p>	Municípios	Incremento 2001	Incremento 2002	Incremento 2003	Santa Luzia	37,70	123,80	24,80	Açailândia	82,70	34,90	54,80	Baixa do Corda	730,50	33,40	29,50	Bom Jardim	24,00	127,30	29,90	Itinga do Maranhão	79,90	55,90	25,90	Amarante do Maranhão	47,00	45,40	29,40	Bom Jesus das Selvas	1021,60	58,60	5,10	Centro Novo do Maranhão	1808,40	23,40	29,30	Alto Alegre do Pindaré	202,10	10,60	21,80	Arame	82,40	37,30	3,30	Lagoa da Pedra	58,60	2,20	0,00	 <p>Fonte: IBGE – Base Vetorial + INPE/PRODES</p>
Municípios	Incremento 2001	Incremento 2002	Incremento 2003																																															
Santa Luzia	37,70	123,80	24,80																																															
Açailândia	82,70	34,90	54,80																																															
Baixa do Corda	730,50	33,40	29,50																																															
Bom Jardim	24,00	127,30	29,90																																															
Itinga do Maranhão	79,90	55,90	25,90																																															
Amarante do Maranhão	47,00	45,40	29,40																																															
Bom Jesus das Selvas	1021,60	58,60	5,10																																															
Centro Novo do Maranhão	1808,40	23,40	29,30																																															
Alto Alegre do Pindaré	202,10	10,60	21,80																																															
Arame	82,40	37,30	3,30																																															
Lagoa da Pedra	58,60	2,20	0,00																																															
Características																																																		
<p>Tipo de Dado: Vetorial Modo de Implantação¹: Zonal Características: Representa uma superfície distinta sem designação de fenômeno e com referencial espacial associado.</p>	<p>Tipo de Dado: Vetorial/Numérico Modo de Implantação: Pontual Características: Representa um dado numérico atribuído espacialmente de forma pontual, servindo apenas para designar o município de origem do dado.</p>	<p>Tipo de Dado: Vetorial/Numérico Modo de Implantação: Zonal Características: Representa uma informação dotada de recorte espacial, temático e representação numérica implantada de maneira zonal.</p>																																																

Fonte: Organizado pelo autor (2016), com dados do IBGE e PRODES.

Para a integração dos dados vetoriais e numéricos foi adotada a função *Join*. Esta operação permite agregar dados de natureza numérica na tabela de atributos de um dado vetorial qualquer, já existente, com base em campos comuns. Dessa forma, tornou-se possível a espacialização do fenômeno em intensidade equivalente ao valor de cada campo, ou seja, correspondente a cada município no intervalo considerado.

3. Resultados e Discussão

O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão, criado pelo decreto nº 27.317, de 14 de abril de 2011, teve apoio do Banco Mundial, por intermédio do Ministério do Meio Ambiente. Tal proposta visava incentivar os estados a desenvolverem seus planos estaduais e se inserirem no contexto dos compromissos nacionais (MARANHÃO, 2011).

A Figura 3 representa o desmatamento acumulado entre os anos de 2001 a 2014, sempre em relação ao ano anterior, assim sendo, os vetores de desmatamento parecem obedecer a um limite geográfico definido, correspondente às mesorregiões Central e do Oeste Maranhense, sendo nesta última, bem mais intensificado. Da análise do gráfico visualizado na Figura 3, o estado do Maranhão ocupa a quarta posição no ranking do desmatamento, quando considerado o total acumulado da série histórica, desde que os dados começaram a ser produzidos e divulgados.

¹ Duarte (2008) classifica os modos de implantação em Pontual, Linear e Zonal.

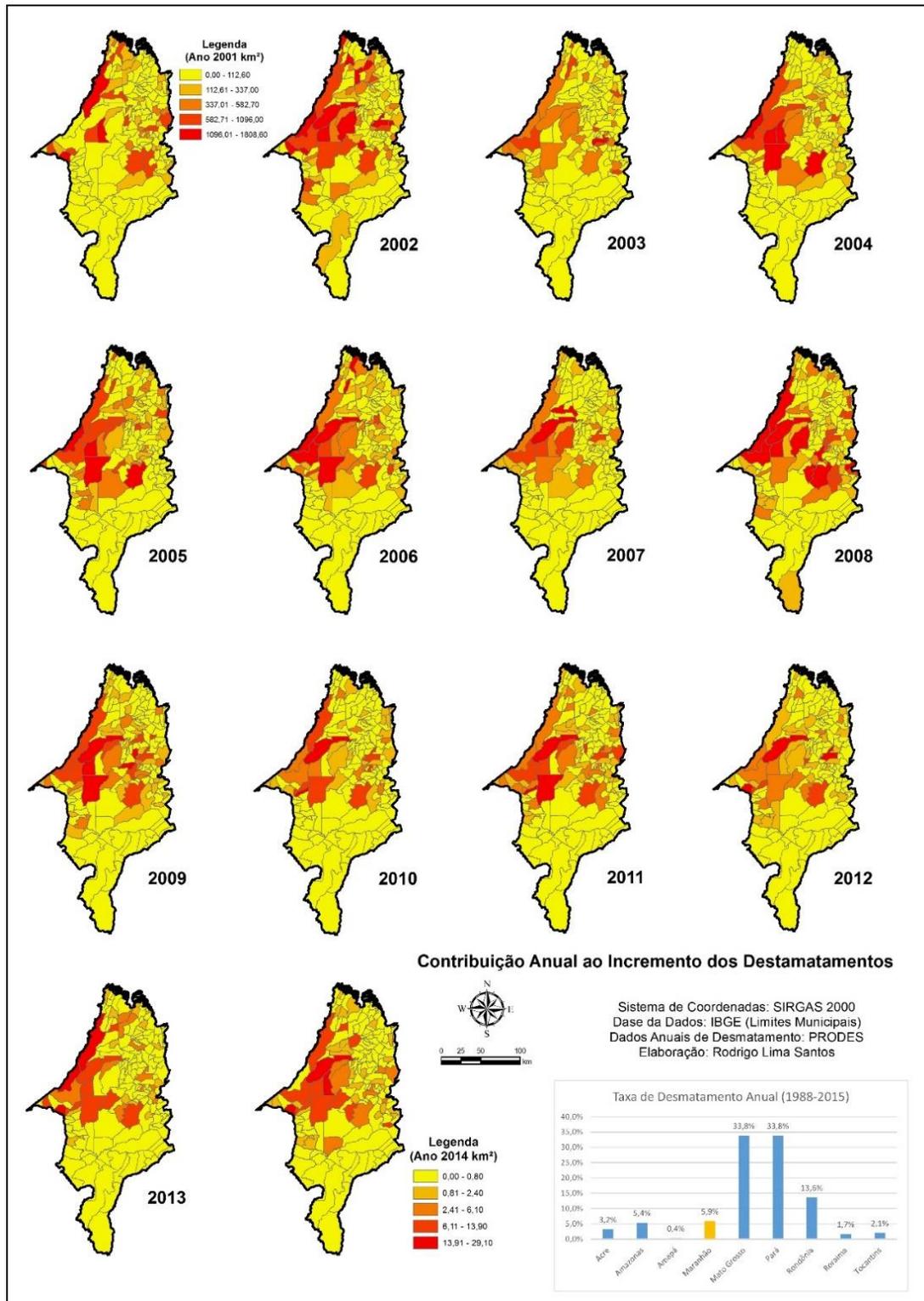


Figura 3 – Mapas de incremento anual dos desmatamentos por município (2001 - 2014) e Gráfico de taxa de desmatamento acumulado no período (1988 - 2015) para os estados da Amazônia Legal, com destaque para o Estado do Maranhão. Organização: Rodrigo Lima Santos. Fonte: Dados do PRODES.

A Figura 4 apresenta o total acumulado para o intervalo temporal considerado, com destaque para os 20 municípios com maiores índices de incremento anual de desmatamento, apresentados com hachuras. Tal fator vem a confirmar a tendência de concentração dos vetores de desmatamento, tanto quando observados individualmente para cada ano, quanto no mapa síntese de totais acumulados, destacam-se as mesorregiões Oeste e Centro Maranhense.

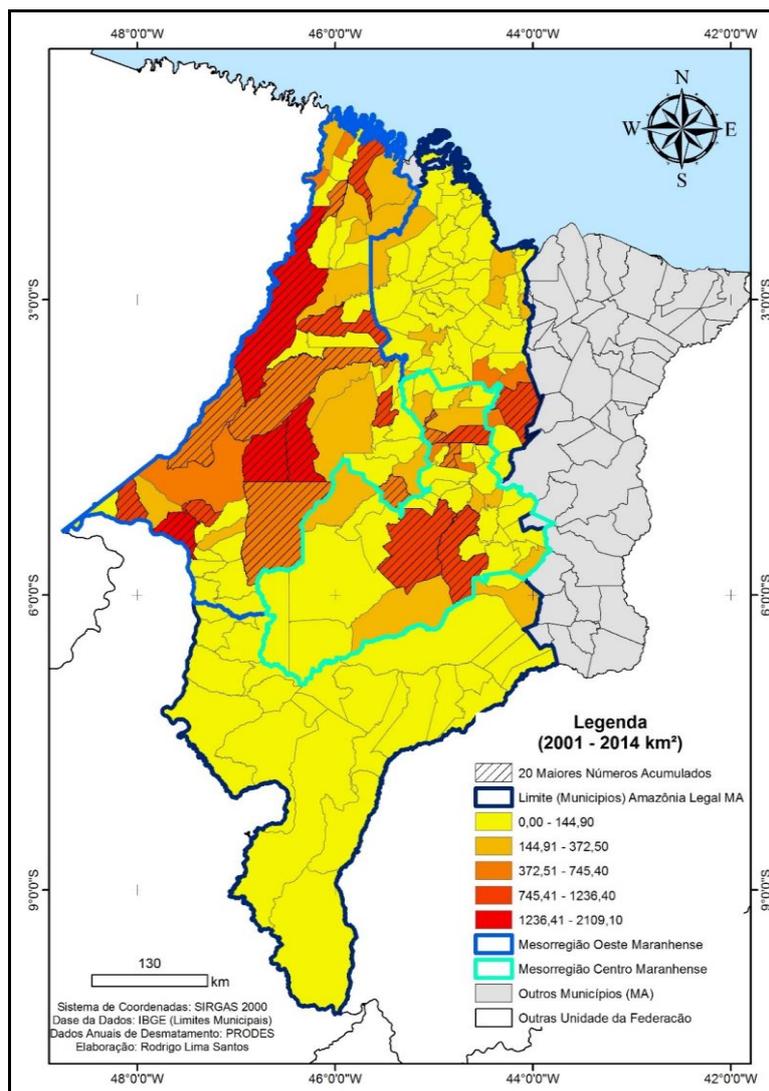


Figura 4 - Mapa síntese dos desmatamentos historicamente acumulados no período de análise (2001 - 2014). Organizado pelo autor. Fonte: Dados do PRODES.

A Tabela 1 expõe os 20 municípios e suas taxas acumuladas no período analisado, sendo que deste total 14 situam-se na Mesorregião Oeste Maranhense (M. O. M.), 5 na Mesorregião Centro Maranhense (M. C. M.) e 1 Município pertencente a Mesorregião Leste Maranhense (M. L. M.). Somente estes municípios concentram um total de pouco mais de 800 mil habitantes, o que equivale a 16 % da população que integra a Amazônia Legal Maranhense e um percentual de 58 % de todo o desmatamento no intervalo analisado.

Tabela 01 – Relação dos municípios campeões em desmatamento acumulado (2001 - 2014)

Clas.	Município	População (2010)	Acumulado 2001-2014	Mesorregião
01	Centro Novo do Maranhão	17.622	2.109,10	M. O. M.
02	Buriticupu	65.237	1.858,90	M. O. M.
03	Bom Jesus das Selvas	28.459	1.521,70	M. O. M.
04	Imperatriz	247.505	1.461,30	M. O. M.
05	Barra do Corda	80.830	1.236,40	M. C. M.
06	Zé Doca	50.173	1.202,30	M. O. M.
07	Vila Nova dos Martírios	11.258	1.180,30	M. O. M.

08	Coroatá	61.725	951,50	M. L. M.
09	São Luís G. do Maranhão	20.153	895,60	M. C. M.
10	São Francisco do Brejão	10.261	852,10	M. O. M.
11	Tuntum	39.183	843,20	M. C. M.
12	Cândido Mendes	18.505	822,40	M. O. M.
13	Altamira do Maranhão	11.063	775,80	M. O. M.
14	Bom Jardim	39.049	745,40	M. O. M.
15	Maracaçumé	19.155	695,90	M. O. M.
16	Bom Lugar	14.818	694,10	M. C. M.
17	Lagoa Grande do Maranhão	10.517	634,70	M. O. M.
18	Igarapé Grande	11.041	599,50	M. C. M.
19	Amarante do Maranhão	37.932	563,70	M. O. M.
20	Itinga do Maranhão	24.863	560,40	M. O. M.
Total		819.349	20.204,30	

Fonte: Dados do PRODES e IBGE. Organizado pelo autor.

Somente o Estado do Maranhão, no período analisado, acumulou um total de 38.810,70km² de área desmatada, equivalente a 3.881 campos de futebol. Diante disso, cumpri verificar a Tabela 2, a qual apresenta as metas quinquenais de redução pautadas no limiar de 42% em relação ao período anterior, a partir da média calculada no período 1996 a 2005. Pode-se notar que a meta do período 2006 a 2010 firmou-se em apenas 13% de redução, em relação ao total inicial previsto, quando a meta preestabelecida girava em torno de 42%.

Tabela 02 - Metas estipuladas pelo PPCD-MA para redução progressiva dos desmatamentos (42% em relação ao intervalo anterior) para a Amazônia Legal Maranhense e respectivo cumprimento.

Período	Taxa média projetada (km ² /ano) ²	Taxa Efetiva ³	Percentual de redução
1996 – 2005	950	-	-
2006 – 2010	550	823	13%
2011 – 2015	320	308	44%
2016 – 2020	185	-	-

Fonte: PPCD – MA e dados PRODES. Organizado pelos autores (2016).

No período 2011 a 2015⁴, a meta de redução foi superada e manteve-se em 44% de redução da taxa projetada anterior, que estava projetada em 550 km²/ano. Nesse sentido, ao considerar a década analisada, a taxa efetiva teve saldo positivo de 68% de redução considerando o período 1996 a 2015, superando a meta estabelecida, que previa redução de 66%. Nessa perspectiva, pode-se destacar que a redução teve seu ritmo intensificado no período 2011 a 2015, permanecendo a taxa média de redução em 61,6 km² anualmente, enquanto que no quinquênio anterior essa taxa era de mais de duas vezes e meia superior, equivalendo à 164,6 km²/ano.

4. Conclusões

Destaca-se que para o sucesso de quaisquer políticas públicas faz-se necessário um constante processo de acompanhamento e avaliação. Somente assim é possível direcionar de maneira eficaz as ações para o controle e prevenção do fenômeno ou evento combatido. Nesse

² Média de redução projetada no PPCD-MA.

³ Média de redução constatada com dados do INPE/PRODES no período.

⁴ Os dados referentes ao ano de 2015 ainda não foram divulgados até a data de finalização do presente trabalho.

sentido, os desmatamentos na A. L. M. se concentram nas Mesorregiões Oeste e Centro Maranhense, especificamente nos municípios apontados.

Os dados espacializados fornecem maior visibilidade ao fenômeno e a possibilidade de endurecimento das políticas públicas já existentes, bem como a criação de outras medidas. Ressalta-se ainda que as metas de redução de áreas desmatadas foram atingidas pelo Estado por meio do seu PPCD-MA. Além disso, foi detectado um saldo positivo nos números do desmatamento da ordem de 68% de redução, quando o plano previa apenas 66%.

A análise revela que esse ritmo de redução foi otimizado principalmente no quinquênio 2011 - 2015, em detrimento do quinquênio anterior que apresentou um déficit da ordem de 273 km² da meta de redução. Desse modo a política de redução desenvolvida no Estado do Maranhão mostrou-se eficiente. Reforça-se ainda a necessidade cada vez maior de pesquisas que possam contribuir para a melhoria dessa realidade, uma vez que os números, mesmo espacializados, são um dado genérico, visto que não permitem localizar o fenômeno com precisão espacial dentro do recorte adotado, neste caso, os municípios.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela Bolsa de Mestrado concedida.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, Elienê Pontes de; LOPES, Jucivan Ribeiro; FILHO, Raimundo Carvalho. Aspectos Socioeconômicos e de Evolução do Desmatamento na Amazônia Maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de. (Organizadores) **Amazônia Maranhense: Diversidade e conservação**. Belém: MPEG, 2011. p. 36 – 45.

BECKER, Bertha K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**. V. 19, n. 53, (2005).

DUARTE, Paulo Araújo. **Fundamentos de cartografia**. 3.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. 208 p

FEARNSIDE, P. M. Consequências do desmatamento da Amazônia. *Scientific American Brasil*. Especial Biodiversidade, 2010. pp. 54-59.

FEARNSIDE, Philip. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **MEGADIVERSIDADE**. Volume 1. Nº 1, julho de 2005.

IBGE - CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: jun. 2016.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. São José dos Campos: INPE: Projeto PRODES, 2016. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em 29/05/16.

MARANHÃO (Estado). Plano de Ação Para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão (PPCD-MA). Criado pelo decreto nº 27.317, de 14 de Abril de 2011. São Luís – Maranhão. Nov. de 2011.

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional**. São Paulo, Hucitec, 1994.

SOARES-FILHO, Britaldo Silveira. *et al.* Cenários de Desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**. V. 19, n. 54, (2005).