

Desflorestamento e concentração de terra nos assentamentos de reforma agrária na Amazônia

Adriana Gomes Affonso¹
Maria Isabel Sobral Escada¹
Luis Eduardo Maurano¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{affonso, isabel, maurano}@dpi.inpe.br

Abstract. The objective of this paper is to evaluate the annual deforestation patterns derived from PRODES in four agrarian reform settlement projects in Amazonia through data mining techniques and landscape metrics for the identification of regions of land concentration in the period of 2000 To 2015. Results showed that land concentration is a reality representing more than 1400 km² of deforested areas in the studied regions. The main objectives of agrarian settlements are threatened by the advancement of middle and large rural producers who are progressively occupying the Amazon region for agricultural and large-scale livestock production. Methods that combine data mining and landscape ecology are effective in detecting patterns of deforestation that can be associated with land-use change agents in the region.

Palavras-chave: deforestation, agrarian settlements, data mining, desflorestamento, assentamentos de reforma agrária, mineração de dados.

1. Introdução

A política de integração nacional promovida pelo Governo Federal na década de 1970 tinha como objetivo a ocupação da região norte do Brasil (“integrar para não entregar”) através de projetos de colonização e distribuição de terras beneficiando famílias de pequenos produtores rurais. Apesar do beneficiamento de aproximadamente 580.460 famílias (somente nos estados da Amazônia Legal) as atividades desenvolvidas pelas mesmas, tais como agricultura e exploração madeireira, possuem grande potencial para gerar desflorestamento e degradação florestal na região (Becker, 2001; IPAM, 2016).

Nos últimos oito anos (2007-2014) os assentamentos de reforma agrária foram identificados como um dos principais focos de desflorestamento na região Amazônica, sendo responsável por 12,7 milhões de hectares de desflorestamento (IPAM, 2016). Apesar de ter sido de ter ocorrido nos últimos anos uma mudança nos tamanhos dos polígonos de desflorestamento na região (INPE, 2016), aumentando a proporção de pequenos polígonos, o que à primeira vista foi associado à agricultura familiar (Godar et al., 2015). Entretanto, parte desses polígonos pequenos podem estar associados aos médios e grandes fazendeiros, como estratégia para burlar a fiscalização. Embora haja uma relação direta entre a área desmatada e o tamanho dos lotes ou fazendas nos projetos de assentamento, esse atributo não é suficiente para classificar os polígonos de desmatamento presentes nessas áreas. Atributos de forma, juntamente com os de área são importantes para distinguir esses padrões. Polígonos grandes de desmatamento, com formas lineares, que representam ocupações ao longo da estrada, apresentam significados distintos dos polígonos grandes, compactos com forma geométrica, que representam áreas de concentração de terra. O processo de concentração de terras ocorre porque, embora os esforços iniciais dos projetos de colonização sejam direcionados aos pequenos produtores para a prática da agricultura familiar, as pressões sociais e econômicas, somadas à falta de controle e fiscalização, resultam na acumulação de terras por grandes e médios fazendeiros, sendo normalmente representados por grandes polígonos de desflorestamento (Dale et al, 1994; Escada et al., 2005; Silva et al., 2008)

Para entender melhor a mudança do uso da terra e a dinâmica do desflorestamento na região Amazônica, diversos estudos já foram realizados com objetivo de analisar e identificar

os principais padrões de desflorestamento relacionando-se com as diferentes formas de ocupação humana e os principais usos da terra. Atributos como forma e arranjo espacial dos polígonos de desflorestamento podem ser associados a diferentes tipos de atores possibilitando compreender os principais processos de mudança da cobertura da terra em uma dada região (Mertes e Lambin, 1997; Geist e Lambin, 2001; Silva et al., 2008). Técnicas de mineração de dados têm sido utilizadas para extrair informações que evidenciam padrões de interesse (Gavlak et al., 2011; Saito et al., 2010) e possibilitam a identificação de regiões onde a concentração de terras pelos grandes proprietários ocorre (Silva et al., 2008). Esse tipo de análise é importante, não apenas para indicar as regiões críticas de desflorestamento e com grandes concentrações de terra, mas também para contribuir com o planejamento do território e subsidiar a formulação de políticas públicas.

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é analisar os padrões de desflorestamento anual, derivados do PRODES, em quatro projetos de assentamento de reforma agrária na Amazônia por meio do uso de técnicas de mineração de dados e métricas de paisagem para a identificação de áreas de concentração de terra no período de 2000 a 2015. O método proposto neste trabalho permite que áreas de acumulação de terras sejam identificadas de forma rápida e automática, auxiliando na fiscalização.

2. Metodologia de Trabalho

2.2 Área de Estudo

As áreas de estudo englobam 4 Projetos de Assentamentos do INCRA, o PA Monte e PA Rio Jumá, localizados no estado do Amazonas, e PA Pilão Poente II e III e PDS Liberdade localizados no estado do Pará (Figura 1). As características de cada projeto são apresentadas na tabela 1. Esses quatro assentamentos selecionados foram identificados estando entre os vinte assentamentos que mais contribuíram para o desflorestamento no período entre 2010 e 2014, representando 50% do desflorestamento, e os que mais desmataram em 2015 (INPE, 2016; IPAM, 2016).

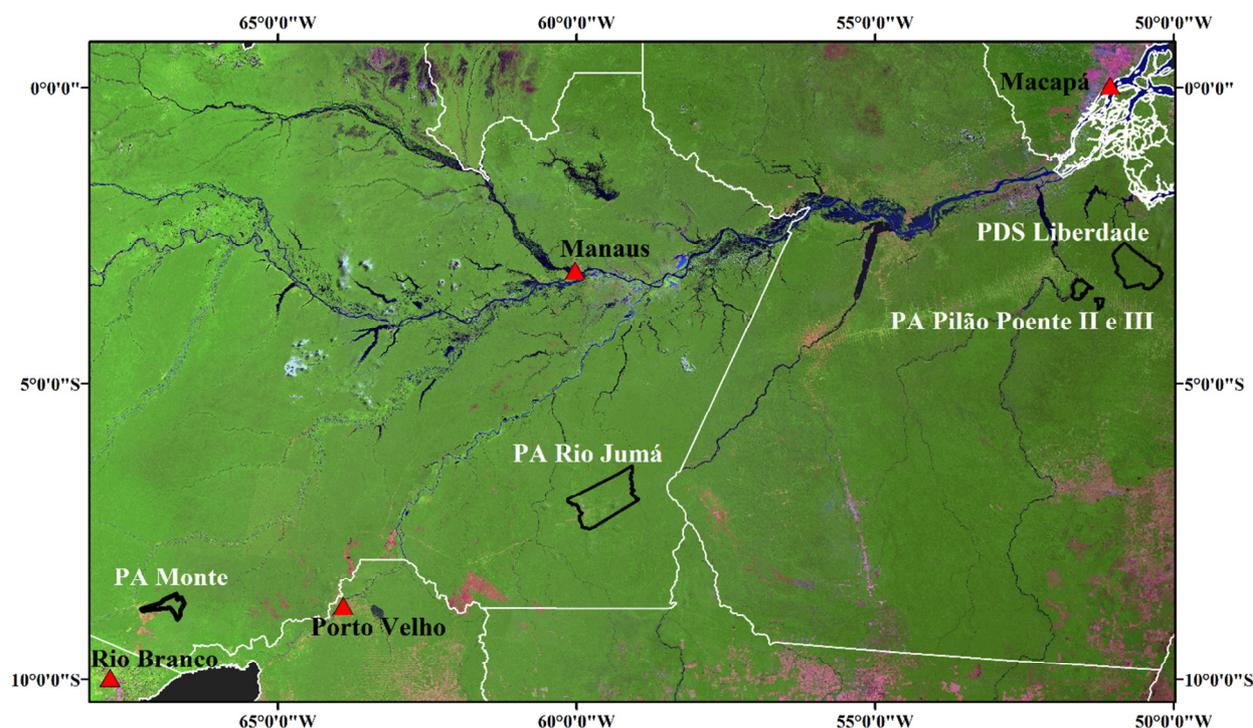


Figura 1. Áreas de estudo sob Mosaico de imagens Landsat da Amazônia Legal.

Tabela 1. Projetos de Assentamento e características principais.

Nome	Município	UF	Capacidade	Famílias	Área (m ²)	Criação	Modalidade	Categoria
Monte	Boca do Acre	AM	1060	963	113118.79	1992		
Rio Juma	Apuí	AM	7500	6012	68900	1982	PA	Convencional
Pilão Poente II e III	Altamira	PA	1150	1136	86902.15	1997		
Liberdade	Marabá	PA	110	84	5140	2003	PDS	Diferenciado

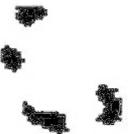
PA: Projeto de Assentamento Federal

PDS: Projeto de Desenvolvimento Sustentável

2.3 Material e Métodos

A metodologia para determinação da tipologia de padrões espaciais de desflorestamento foi baseada em Escada, (2003) e Silva, (2006), e considera que as dimensões e formas das áreas desflorestadas estão associadas aos diferentes atores presentes na região, por exemplo, os padrões lineares de desflorestamento estão associados à agricultura familiar, e são representados por feições lineares ao longo de estradas, com tamanhos variáveis. As características associadas aos padrões de desflorestamento (linear, irregular e regular) são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Padrões de desflorestamento e tipologia de mudança do uso terra.

Padrões de desflorestamento	Distribuição espacial	Tamanho	Atores	Principal uso da terra	Descrição
<p><u>Linear</u></p> 	Ao longo das estradas	Variável	Familiar	Agricultura para autoconsumo	Parcelas de tamanhos variáveis. Desflorestamento linear seguindo o eixo de estradas do projeto de assentamento. Representam as aberturas na frente dos lotes, ao longo das estradas, e predominam no início da ocupação.
<p><u>Irregular</u></p> 	Próximo das principais vias e assentamentos	Pequeno (<=20 ha)	Pequeno produtor	Gado e agricultura para autoconsumo	Parcelas menores que 20 ha. Aberturas de desflorestamento com forma irregular próximas das vicinais, seguindo a orientação dos lotes nos projetos de assentamento. Predominantes nos estágios intermediários da ocupação dos projetos de assentamento.
<p><u>Regular</u></p> 	Próximo das principais vias e assentamentos	Médio e grande (> 20 ha)	Medio/Grande Produtor	Gado	Parcelas > 20 ha, resultantes da compra de lotes e de processos de concentração de terra. São padrões que surgem em maior quantidade à medida que a ocupação dos assentamentos entram em estágios mais avançados.

Foram utilizados os dados anuais de desflorestamento do Projeto PRODES (INPE, 2016) do período de 2000 a 2015, e os limites dos projetos de assentamentos da base cartográfica dos Projetos de Assentamento do Incra (INCRA, 2016). Os dados de desmatamento foram

cruzados com a base de dados do INCRA, obtendo-se, assim, a lista dos projetos de assentamento que mais desmataram em 2015 dos quais, foram escolhidos 4.

O PA Rio Jumá foi selecionado por apresentar uma maior área desmatada em 2015. Foram coletadas 214 amostras dos três padrões apresentados na tipologia. A partir dessas amostras foi gerada uma árvore de decisão. Essa árvore de decisão foi aplicada a todos os quatro projetos de assentamento, pois pressupõe-se que os padrões de desmatamento nessas áreas são similares e tem o mesmo significado. Os polígonos de desflorestamento para cada ano (incremento anual) foram classificados quanto a tipologia de padrões de desflorestamento (apresentada na Tabela 1) utilizando o GeoDMA (Geographic Data Mining Analyst) (Korting et al., 2008). O GEODMA é um sistema de mineração de dados que utiliza métricas de paisagem para a classificação de objetos (polígonos) ou células (Korting et al., 2008).

A validação da classificação foi realizada através de matriz de confusão e do Índice de concordância Kappa (Congalton, 1991).

3. Resultados

Os dados de desflorestamento do PRODES mostram que até 2015 os projetos de assentamento analisados nesse trabalho removeram de 5.8% (PDS Liberdade) a 56% (PA Monte) da sua cobertura vegetal original e que, anualmente, desmatou-se em média de 0.36% a 3.06% por ano da área total do PA (Figura 2).

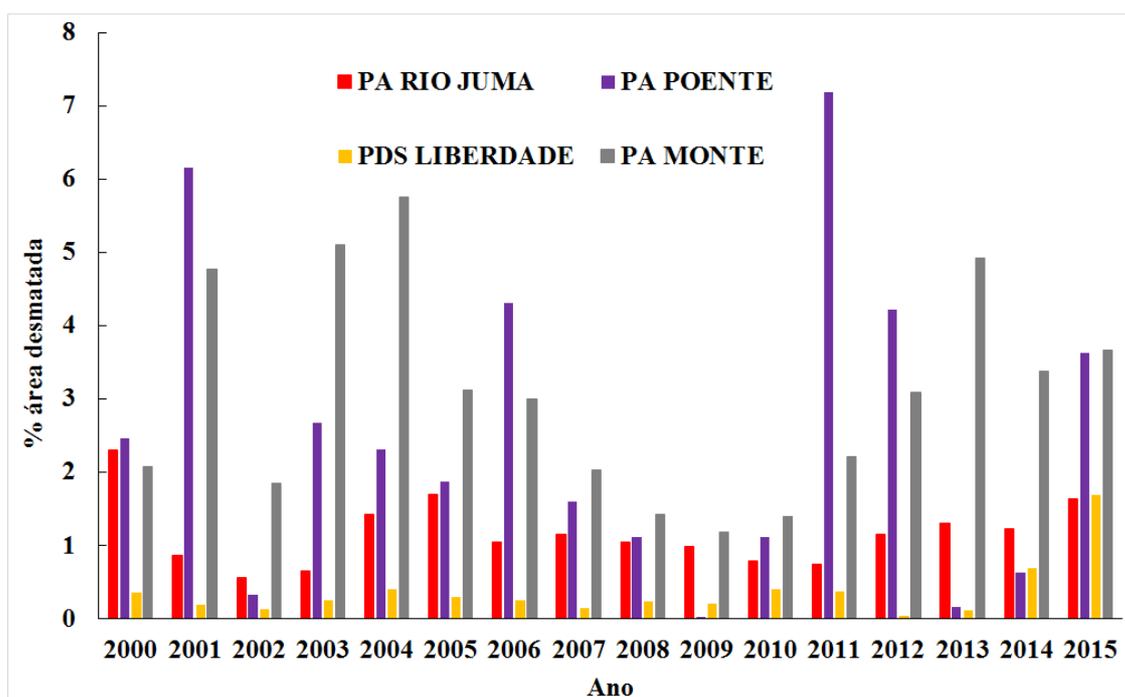


Figura 2. Porcentagem do desflorestamento anual nos projetos de assentamento no período de 2000 a 2015.

A figura 3 apresenta o desflorestamento anual (km²) para cada PA. É possível observar que, em termos de área, o PA Rio Jumá foi o que mais desmatou em todos os anos, com exceção de 2011. No ano de 2000 atingiu a maior área desmatada, de 172 km². O assentamento que menos desmatou foi o PDS Liberdade, com áreas de desflorestamento variando de 1 km² até 76 km² no ano de 2015, sendo o segundo PA que mais desmatou nesse ano, atrás apenas do PA Rio Jumá.

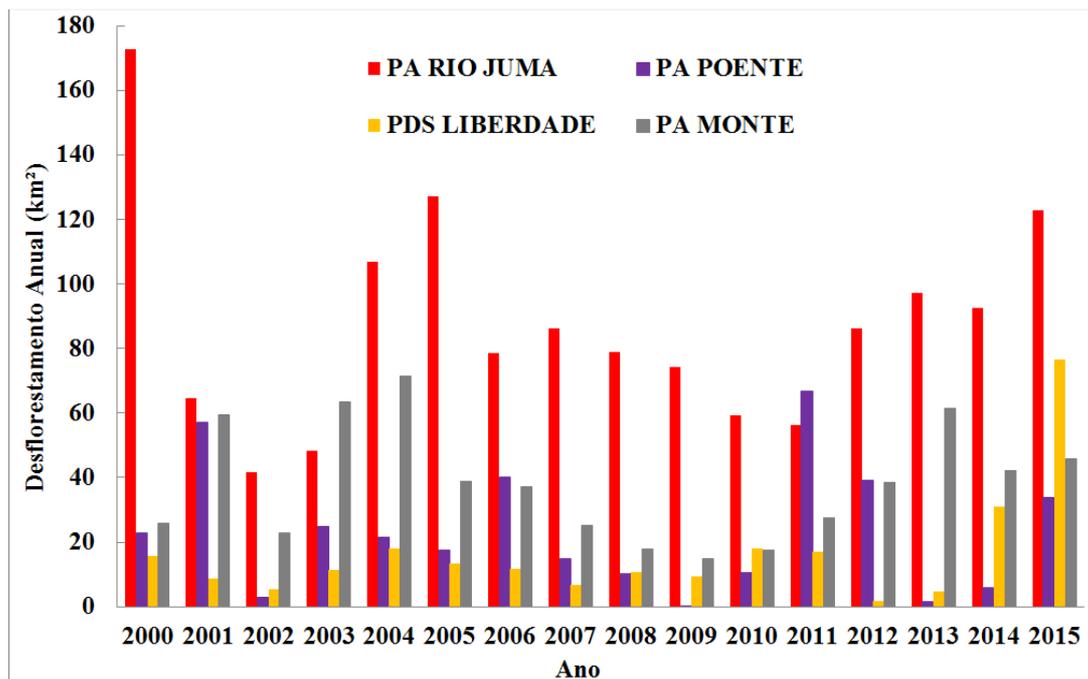


Figura 3. Área do desflorestamento anual nos projetos de assentamento no período de 2000 a 2015.

A árvore de decisão utilizada para a classificação dos padrões de desflorestamento é apresentada na Figura 5. A diferenciação dos 3 tipos de padrões foi feita a partir de 4 métricas; Área; Densidade de mancha; Razão Perímetro área e Dimensão Fractal. A primeira separação foi em relação aos tamanhos dos polígonos (métrica de área) no qual os polígonos menores que 209.000 m² poderiam ser ou padrões do tipo linear ou irregular. Já os polígonos maiores que 209,000l m² poderiam ser regulares ou irregulares, dependendo da razão perímetro/área e novamente da área total do polígono. A matriz de confusão apontou uma exatidão global de 95% e o Kappa de 0.93 mostrando a acurácia da classificação dos padrões de desflorestamento.

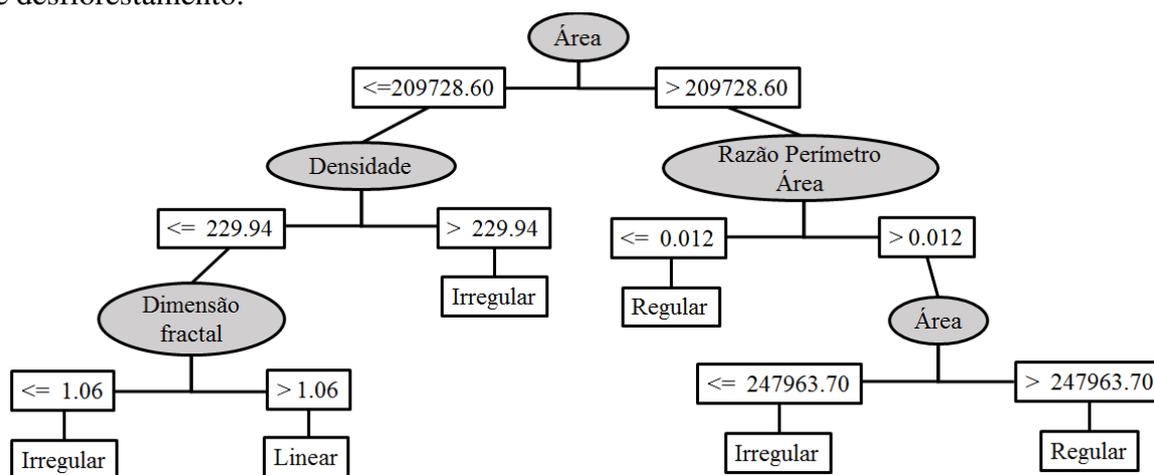


Figura 4. Árvore de decisão

A figura 5 apresenta a área anual de cada padrão de desflorestamento de cada projeto de assentamento, de acordo com a classificação obtida com a árvore de decisão. É possível observar que praticamente em todos os PAs, em todos os anos, o padrão Regular é dominante (maior área desflorestada), seguido pelo padrão Irregular. Isso mostra que a concentração de

terra nessas regiões está ocorrendo frequentemente, principalmente na PA Rio Jumá, sendo que no ano de 2015 no PDS Liberdade o padrão regular, que representa esse processo, chegou a quase 60 km² de desflorestamento.

No entanto, no PA Pilão Poente II e III no ano de 2001, o aumento do padrão Regular se deve ao fato da alta cobertura de nuvens na região nos anos anteriores, impossibilitando o mapeamento do desflorestamento anual na região, fato esse observado com auxílio de imagens do satélite Landsat para os anos de 1998, 1999, 2000 e 2001.

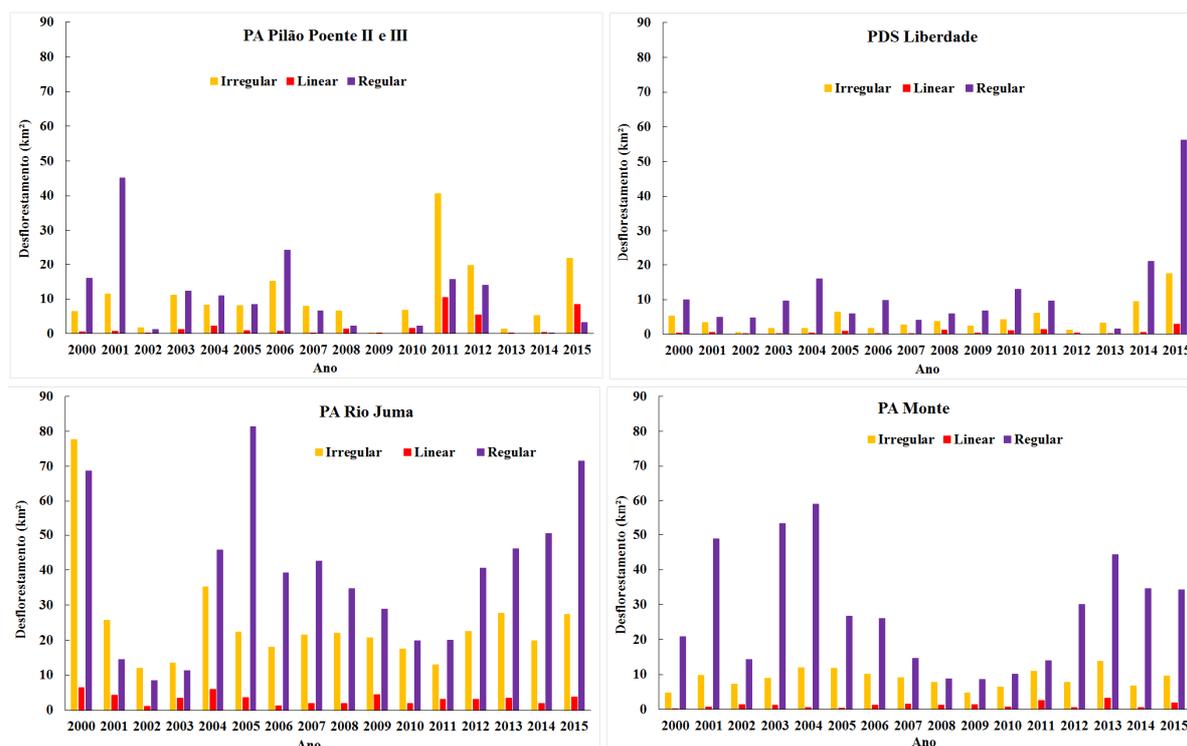


Figura 5. Área desflorestada por padrão de desflorestamento nos Projetos de assentamento estudados.

A figura 6 apresenta a distribuição espacial dos padrões de desflorestamento acumulado indicando uma forte concentração de terra em todos os projetos, indicando que, nesses projetos de assentamento, a distribuição de terras que se baseia na democratização do acesso a terra e na desconcentração, apresenta grandes falhas. O caso do PA Monte é um dos mais graves, pois mais da metade da sua área já foi desflorestada e o padrão Regular é o padrão predominante no assentamento.

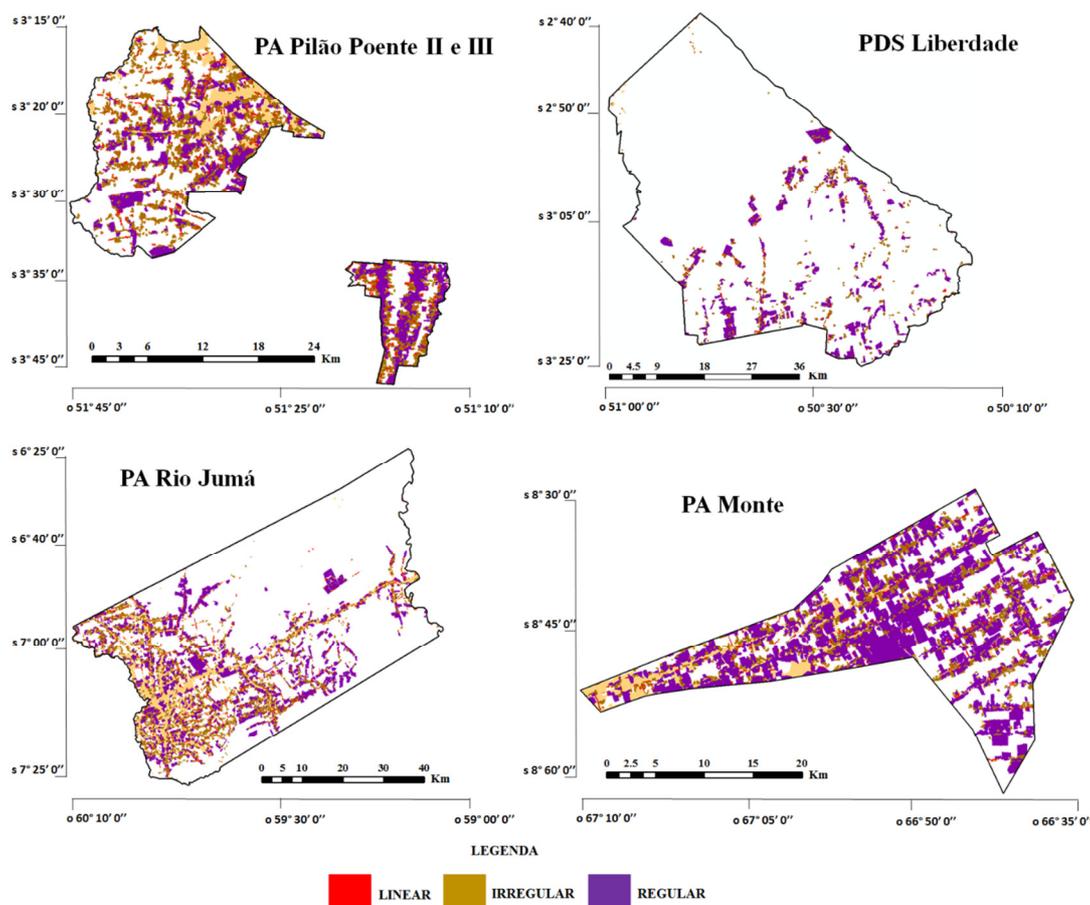


Figura 6: Padrões de desflorestamento nas áreas de estudo referente ao período de 2000 a 2015.

4. Conclusões

Esse trabalho mostrou que a concentração de terras nos projetos de assentamento da Amazônia Legal brasileira é uma realidade e os objetivos iniciais dos projetos de reforma agrária estão ameaçados por processos de acumulação de terras de médios e grandes produtores rurais que expandem suas terras sobre os lotes dos projetos de assentamento para a produção agrícola e criação de gado em larga escala. Com os resultados apresentados, demonstrou-se que a maior parte das áreas desmatadas nos projetos de assentamentos analisados, corresponde a áreas de concentração de terras ocupadas por grandes e médios fazendeiros que não deveriam estar presentes nos assentamentos.

Os métodos apresentados, que combinam mineração de dados com métricas de paisagem, mostraram-se eficazes e rápidos na detecção de padrões de desflorestamento nos assentamentos, possibilitando diferenciar os padrões associados aos pequenos produtores daqueles associados aos grandes e médios produtores rurais.

Mais experimentos ainda são necessários para o aperfeiçoamento da metodologia e para obtenção de uma árvore de decisão mais genérica, que comporte uma tipologia de padrões de desmatamento mais abrangente para detectar e localizar padrões de concentração de terras nos Projetos de Assentamento de toda a extensão da Amazônia.

Agradecimentos

Os autores agradem ao suporte do Projeto MSA-BNDES (Processo: 1022114003005).

Referências Bibliográficas

Becker, B. Síntese do processo de ocupação da Amazônia: lições do passado e desafios do presente. **Causas e dinâmica do desflorestamento na Amazônia**. Brasília: MMA 1 (2001): 5-28.

Colgaton, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 49, n. 12, p. 1671-1678, 1991.

Dale VH, O'Neill RV, Southworth F, Pedlowski M. Modeling effects of land management in the Brazilian Amazonian settlement of Rondonia. **Conservation Biology** v. 8, n. 1, p. 196-206, 1994.

Escada, M. I. S. **Evolução de padrões da terra na região centro-norte de Rondônia**. Tese de doutorado do Curso da Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, São José dos Campos: INPE, 2003, 264 p. (INPE-10209-TDI/899).

Escada, M. I. S., Monteiro, A. M., Aguiar, A. P., Carneiro, T., Camara, G. Análise de padrões e processos de ocupação para a construção de modelos na Amazônia. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos p. 2973-2983. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/Miguel/OficinaCedeplarFeaINPE/Escada_et_al_ConstrucaoModelosAmz_SBSR_2005.pdf. Acesso em: 10.out.2016

Geist, J.G.; Lambin, E. F. **What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence**. LUCC report series, No. 4, 2001, 116 p.

Gavlak, A. A; Escada, M. I. S; Monteiro, A. M. V. Dinâmica de padrões de uso e cobertura da terra na região do distrito florestal sustentável da BR-163 In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 2011. Curitiba. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2011. Artigos p. 6152-6160. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1188.pdf>. Acesso em 10.out.2016.

Godar, J., Gardner, T.A., Tizado, E.J., Pacheco, P. Correction for Godar et al., Actorspecific contributions to the deforestation slowdown in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, vol. 112, n. 23, p. E3089, 2015.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Acervo fundiário**. <http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/interface/incra.html?jn9ibbhq20hbs01fhkjpq9k115>. Acessado em 10 out.2016.

IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: Histórico, Tendências e Oportunidades**. Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia (IPAM), Brasília, Brasil. 2016, 111p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da floresta amazônica por satélite**, Projeto PRODES, 2016. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/r2007.htm>>. Acesso em: 10 out. 2016.

Korting, T. S.; Fonseca, L. M.; Escada, M. I. S.; Silva, F. C.; Silva, M. P. S. GeoDMA: a novel system for spatial data mining. **IEEE International Conference on Data Mining Workshops, Pisa, Italia**, 2008. **Anais...** Pisa, Italia, 2008.

Mertens, B. e Lambin, E. Spatial modelling of deforestation in southern Cameroon: spatial disaggregation of diverse deforestation processes. **Applied Geography** v. 17, n. 2, p. 143-162, 1997.

Silva, M. P. **Mineração de padrões de mudança em imagens de sensoriamento remoto**. 2006. 166 p. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2006. (INPE-10209-TDI/899).

Silva, M.P.S.; Câmara, G.; Escada, M. I. S.; De Souza, R. C. M. Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, p. 4803-4822, 2008.

Saito, E., Korting, T., Fonseca, L., Escada, M., 2010. Mineração em dados espaciais de desmatamento do prodes utilizando métricas da paisagem caso de estudo município de Novo Progresso- PA. In: III Simposio Brasileiro de Ciencias Geodesicas e Tecnologias da Geoinformacao, Recife, Brasil. **Anais**. Disponível em: https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_209.pdf. Acesso em: 10 out.2016.