

Revista Brasileira de Cartografia (2017), N° 69/3: 421-431
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA EM PARAGOMINAS E ULIANÓPOLIS-PA, UTILIZANDO DADOS DO PROJETO TERRACLASS

*Evaluation of Land Use and Land Cover in Paragominas and Ulianópolis-PA
using Project Data TerraClass*

**Larissa Melo de Sousa¹, Marcos Adami², Aline Maria Meiguins de Lima³
& Wilson Fernandes Ramos⁴**

¹Universidade Federal do Pará - UFPA

Instituto de Geociências

Passagem Santa Matilde, 94- CEP 66645-594, Belém – PA, Brasil
larissa_melo_sousa@hotmail.com

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Centro Regional da Amazônia

Av. Perimetral, 2651- CEP 66077-830, Belém – PA, Brasil
marcos.adami@inpe.br

³Universidade Federal do Pará - UFPA

Instituto de Geociências

Rua Augusto Corrêa, 01- CEP 66075-110, Belém - PA, Brasil
alinemeiguins@gmail.com

⁴Universidade Federal do Pará - UFPA

Instituto de Geociências

Passagem Bom Sossego, 254- CEP 66083-130, Belém – PA, Brasil
wilson.f.ramos18@hotmail.com

Recebido em 1 de Outubro, 2016/ Aceito em 19 de Janeiro, 2017

Received on October 1, 2016/ Accepted on January 19, 2017

RESUMO

As mudanças de uso e cobertura da terra são apontadas por vários estudos como causadoras de danos ambientais à medida que a floresta é convertida a outros usos. O presente trabalho tem por objetivo analisar as dinâmicas de transições de uso e ocupação da terra em Paragominas e Ulianópolis. Foram quantificadas e mapeadas classes de uso e cobertura da terra fornecidos pelo Projeto TerraClass para os anos de 2004, 2008, 2010 e 2012, posteriormente, foram efetuadas as análises das dinâmicas e realizadas comparações entre os mapeamentos. Os resultados apontaram que grande parte da área de floresta foi convertida para agricultura e pastagem. Em Paragominas, a agricultura anual apresentou no ano de 2012 um acréscimo de 2,62% em relação a 2004, passando de 1,19% para 3,81%, período em que a classe praticamente triplicou a sua área e grande parte do incremento na agricultura se deu sobre as áreas de pasto (66%), vegetação secundária (14%) e floresta (8%). Em Ulianópolis, a agricultura anual teve sua área mais que dobrada em 2012, passando de 2,81% em 2004 para 6,30% em 2012 e o incremento se deu pelo avanço sobre as áreas de pasto (56%) e floresta (17%). Conclui-se que grande parte das áreas de floresta foram convertidas para vegetação secundária,

agricultura anual e pasto. Do total de incremento da área de agricultura, 66% em Paragominas e 56% em Ulianópolis, foi originário da classe de pasto. Portanto, as dinâmicas das classes estão baseadas na agricultura e pecuária como variáveis na matriz econômica dos municípios.

Palavras chaves: Dinâmicas de Transição, Uso e Ocupação, Floresta Amazônica.

ABSTRACT

Changes in land use and land cover are pointed out by several studies as causing environmental damage as the forest is converted to other uses. The objective of this study is analyze the dynamics of land use and occupation transitions in Paragominas and Ulianópolis. Land use and land cover classes provided by the TerraClass Project for the years 2004, 2008, 2010 and 2012 were quantified and mapped. The results indicate that much of the forest area was converted to agriculture and pasture. In Paragominas, the annual agriculture class presented in the year 2012 a 2.62% increase compared to 2004, from 1.19% to 3.81% in this period class nearly tripled its occupied area and much of the increase in agriculture was due to the advance of the areas of pasture (66%), secondary vegetation (14%) and forest (8%). Ulianópolis in the annual agriculture had its area more than doubled in 2012, from 2.81% in 2004 to 6.30% in 2012 and the increase was the advance of the areas of pasture (56%) and forest (17 %). It is concluded is that much of the forest area has been converted to secondary vegetation, annual crops and pasture. Of the total increase in the area of agriculture, 66% in Paragominas and 56% in Ulianópolis was originating pasture class. Therefore, the dynamics of the use of classes and land cover are based on agriculture and cattle as variables in the economic matrix of municipalities.

Keywords: Transition Dynamics, Use and Occupation, Amazon Rainforest.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais têm passado por processos de mudanças de uso e cobertura devido principalmente as pressões antrópicas associadas a exploração de matéria prima (madeira) e pela conversão da floresta em outros usos da terra como a pecuária e a agricultura, alterando de maneira significativa a sua paisagem (DOMINGUES & BERMANN, 2012).

O Brasil abriga um terço das florestas tropicais úmidas do planeta, com mais de 40% do seu território coberto pela floresta amazônica. Dentre as florestas tropicais, o bioma Amazônico é caracterizado por possuir o maior bloco contínuo de florestas tropicais úmidas remanescente do mundo, o que representa cerca de 40% do total de florestas mundiais (DINIZ *et al.*, 2015). A floresta tropical da Amazônia Brasileira cobre uma área de cerca de 4 milhões de km², sendo que aproximadamente 80% da área de floresta Amazônica ainda está preservada (ALMEIDA *et al.*, 2016).

A Amazônia possui recursos valiosos como a biodiversidade, em torno de 1/3 do material genético do planeta, reserva de água doce e riquezas minerais em seu subsolo (ALBAGLI, 2001). Além disso, a floresta Amazônica tem outra importante característica: que é transformar grande quantidade do carbono atmosférico em biomassa florestal, mais do que qualquer outro

bioma do planeta (HOUGHTON *et al.*, 2009). Porém, quando as florestas são danificadas, por queimadas e/ou desmatamento, estas se tornam emissoras devolvendo grandes quantidades de carbono para a atmosfera, contribuindo então para os efeitos de mudanças climáticas globais (FEARNSIDE *et al.*, 2013).

Portanto, o desmatamento é considerado como uma das maiores fontes de emissões de gases com efeito de estufa para a atmosfera. Estudos apontam que o CO₂ a partir das mudanças de uso da terra contribuiu com aproximadamente 12% do total de emissões antropogênicas de gases com efeito de estufa (LE QUÉRÉ *et al.*, 2009).

Além da destruição da cobertura vegetal original, onde aproximadamente 20% da floresta Amazônica original foi removida (ALMEIDA *et al.*, 2016) também ocorre a redução da biodiversidade, provocada pela destruição de habitats, modificações do ciclo hidrológico devido a alteração dos componentes (precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, drenagem e percolação) (FEARNSIDE, 1997; TUNDISI, 2003; IPCC, 2007; ARAGÃO, 2012).

Devido aos efeitos das mudanças de uso e cobertura do solo e a importância das florestas tropicais neste quesito, a região da Amazônia brasileira recebeu foco das atenções, ligadas principalmente a complexidade das atividades, que vão desde a micro/pequenos produtores rurais

que ainda realizam o cultivo baseado na agricultura de corte e queima a grandes agricultores altamente tecnificados com agricultura de larga escala. Neste contexto, deve ainda ser acrescentado o governo e as organizações sociais como agentes de transformação (BROWN *et al.*, 2005; IPCC, 2007).

Além disso, nas últimas décadas, na Amazônia houve um processo acelerado de mudança do uso da terra, cujas trajetórias e potenciais impactos ambientais e socioeconômicos atuam desde a escala local até a global (LAMBIM *et al.*, 2003; ALVES *et al.*, 2009). Portanto, as trajetórias do uso da terra, a conversão de florestas em áreas agrícolas ou pastagem e a fragmentação de áreas de vegetação natural devido a estas alterações na paisagem (KUHN, 2005), levam aos resultados acima relatados que são: a perda de biodiversidade, alteração nos ciclos biogeoquímicos, que são apresentados como as principais consequências para as causas do desmatamento ALVES *et al.*, 2009).

A importância de estudos e pesquisas sobre o uso e cobertura da terra está fundamentada na necessidade de entender seus efeitos sobre as mudanças climáticas e assim garantir a sustentabilidade levando em conta os aspectos sociais, econômicos e ambientais. O entendimento desta dinâmica apresenta-se como um dilema e por um lado, essas mudanças estão degradando o ecossistema e seus serviços. Por outro lado, muitas destas práticas que causam a mudança são essenciais para a manutenção da vida humana na Terra, como a produção de alimentos e água. Para tanto, é necessário à avaliação e gerenciamento adequado das mudanças de uso e cobertura da terra, a fim de manter o equilíbrio entre a manutenção do ecossistema e satisfazer as necessidades imediatas do homem (FOLEY *et al.*, 2005).

Para permitir um melhor entendimento sobre a dinâmica provocada pelas mudanças de uso e cobertura da terra é necessário mapear e monitorar as diversas formas de uso. Para isso, tem se utilizado o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi analisar as dinâmicas de transições de uso e ocupação da terra, nos municípios de Paragominas e Ulianópolis, Pará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção apresenta as características da área de estudo com base na revisão bibliográfica e os procedimentos metodológicos seguidos para alcançar os objetivos deste estudo.

2.1 Área de estudo

Os municípios de Paragominas e Ulianópolis estão localizados no estado do Pará (Figura 1), cujas sedes estão nas coordenadas 3° 00' 00" S, 47° 21' 30" W e 3° 45' 32" S, 47° 29' 26" W, respectivamente. A área de Paragominas é cerca de 19 mil km² e de Ulianópolis é de aproximadamente 5 mil km². De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), em 2010 a população de Paragominas e Ulianópolis era de 97.819 e 43.341 respectivamente. O clima é classificado como tropical monção – Am, segundo a classificação de Köppen (FISCH *et al.*, 1998; LOPES *et al.*, 2013). Os solos predominantes nos municípios são representados por Latossolos, Argissolos, Plintossolos, Gleissolos e Neossolos (RODRIGUES, 2003; EMBRAPA, 2012).



Fig. 1 - Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Base de dados do IBGE (2010).

Os municípios de Paragominas e Ulianópolis foram escolhidos, pois: a) estão localizados em uma região que apresenta altos níveis de desmatamento (INPE/PRODES, 2013), ou seja, tiveram suas florestas altamente exploradas, ocasionados pelas atividades madeireiras, pela abertura de pastagens e pelo avanço do agronegócio, sendo fortemente representado pela soja e pela pecuária; b) passam por constantes transformações na paisagem; c)

possuem características diferenciadas quanto ao histórico de uso e ocupação da terra; d) significativa importância econômica, social e ambiental, no estado do Pará; e) passam por um processo acelerado de urbanização; f) em ambos os municípios existem peculiaridades locais, de gestão e de gerenciamento.

2.2 Material

Para a delimitação das áreas dos municípios de Paragominas e Ulianópolis, foi utilizado o arquivo em formato digital *shapefile* obtido por meio da base cartográfica digital do Ministério do Meio Ambiente (MMA), escala 1:250.000. O estudo foi subsidiado pelos dados do Projeto TerraClass, com escala de mapeamento 1:100.000, referentes ao mapeamento dos anos de 2004, 2008, 2010 e 2012 (ALMEIDA *et al.*, 2016; TERRACLASS, 2012). O processamento dos dados foi realizado no software *TerraAmazon* versão 4.4.5. para classificação das classes de uso e cobertura. Para confecção dos mapas foi utilizado o software *ArcGis* versão 9.3.

2.3 Método

O projeto TerraClass realiza o mapeamento as seguintes classes temáticas: Agricultura Anual, Área Não Observada, Desflorestamento, Floresta, Hidrografia, Mosaico de Ocupações, Não floresta, Outros, Mineração, Pasto com Solo Exposto, Pasto Limpo, Pasto Sujo, Reflorestamento, Regeneração com pasto, Urbano e Vegetação Secundária, sendo que as classes Floresta, Desmatamento, Hidrografia e Não floresta foram compiladas diretamente do banco de dados do PRODES (ALMEIDA *et al.*, 2016).

A partir dos mapeamentos referentes a estes municípios foram realizadas as quantificações de área de cada classe mapeada e a análise da dinâmica da cobertura e do uso da terra nos anos de estudo, que são de 2004, 2008, 2010 e 2012. Para tal, consideramos as classes Agricultura Anual (AA), Floresta (FLO), Desflorestamento (DES) e Vegetação Secundária (VS) cujas áreas foram obtidas diretamente do mapeamento. As classes Pasto com solo exposto, Pasto limpo e Pasto sujo foram agrupadas em uma única classe aqui denominada Pasto (PAS) e todas as demais classes foram agrupadas em outra classe denominada Demais Classes (DC).

Buscou-se realizar uma comparação entre os mapeamentos levando em consideração a dinâmica das áreas de cada classe de uso e cobertura da terra, nos municípios de Paragominas e Ulianópolis. A partir da obtenção dos mapas temáticos, foi realizado o balanço entre as alterações de uso e ocupações ocorridas entre 2004 e 2012 para verificar quais as classes perderam e quais as que ganharam área, através da utilização de uma matriz de transição (ROMERO-RUIZ *et al.*, 2012). Assim, para os cada município foi gerada uma matriz de transição entre as classes de uso e cobertura (2004-2012), as colunas e linhas das matrizes de transição mostram variações líquidas no uso da terra e a diagonal da matriz identifica áreas que permaneceram sobre a mesma categoria entre o ano inicial e final.

Este método permite uma comparação pixel a pixel para o cálculo das perdas e ganhos das classes, obtendo os valores expressos em hectare (ha) e porcentagem (%). Para cálculo de porcentagem das classes que perderam área e porcentagem das classes que ganharam área utilizou-se respectivamente a Equação 1 e a Equação 2.

$$\% PA = (VL \times 100) / TGC1 \quad (1)$$

$$\% GA = (VLR \times 100) / TGC2 - VL \quad (2)$$

onde: %PA= Classes que perderam área em porcentagem; %GA= Classes que Ganharam área em porcentagem; VL= Variação Líquida da Classe de Uso e Cobertura do Solo; VLR= Variação Líquida da Classe de Uso e Cobertura do Solo que Recebeu área; TGC1: Total Geral da classe no ano de 2004; TGC2: Total Geral da classe no ano de 2012;

Com base nos mapas, foram calculados os componentes: mudança, troca, quantidade, perda, persistência, ganho, intensidade de ganho e intensidade de perda para cada categoria individual e global para cada período (2004-2008, 2004-2010 e 2004-2012) por município de acordo com a metodologia descrita por Pontius Jr & Alí Santa Cruz (2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de transição de uso para ambos os municípios para os anos de 2004, 2008, 2010 e 2012 pode ser observada na Figura 2.

Assim, foi identificada através das matrizes de transição uma progressiva diminuição das áreas de floresta nativa e um gradual aumento da área de agricultura. A análise da Figura 2 permite constatar a dinâmica de uso e cobertura da terra

nos municípios em estudo, ao qual o padrão de uso e cobertura da terra foi alterado, a partir da variedade dos processos de uso empregados, devido às particularidades de cada município e as estratégias de organização.

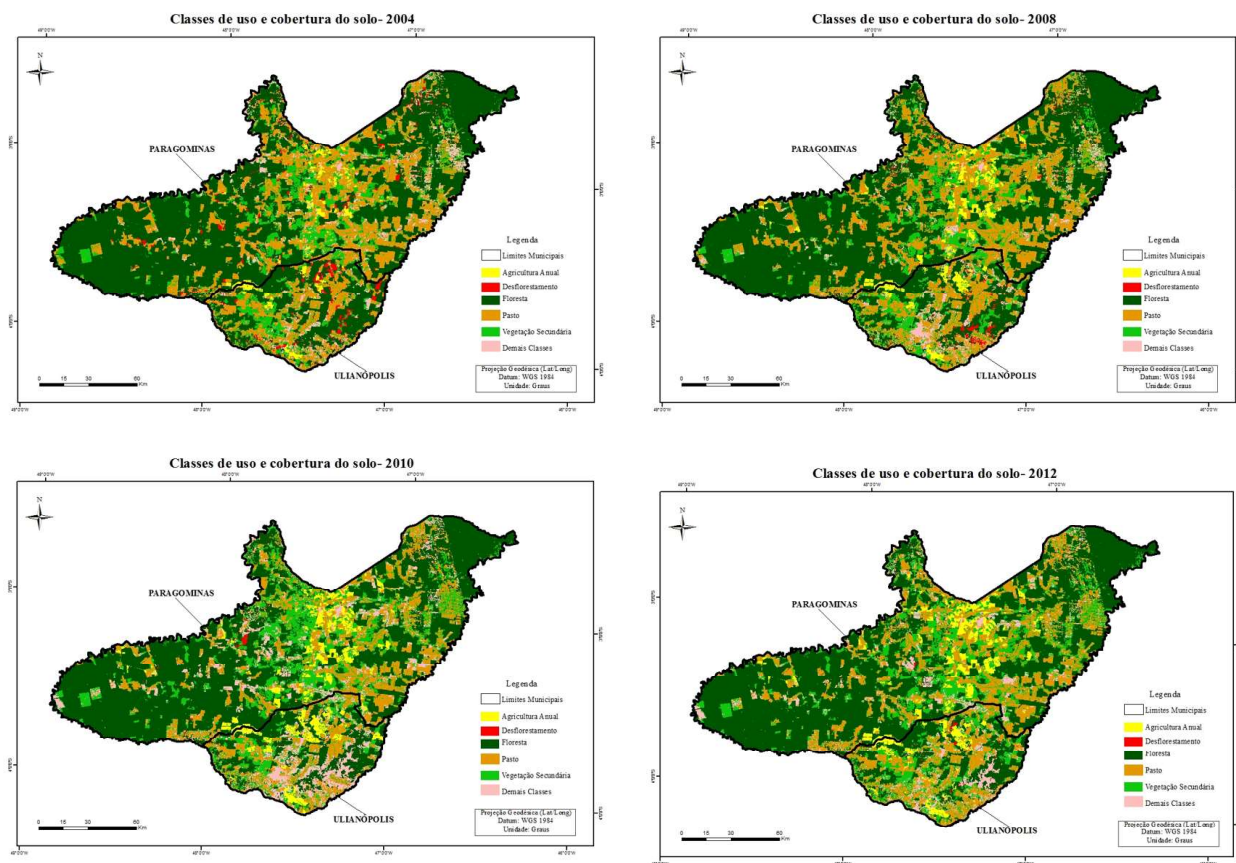


Fig. 2 - Distribuição espacial do uso e cobertura da terra para os anos de 2004, 2008, 2010 e 2012 nos municípios de Paragominas e Ulianópolis.

Ao avaliar esta evolução é possível observar significativas alterações espaciais resultantes do processo de mudança de uso e cobertura. Pode ser verificado ainda o crescimento da agricultura na parte central da área de estudo, associado com a presença da malha viária, com destaque a BR-010.

Observa-se, na transição entre os anos de 2004, 2008, 2010 e 2012, uma dinâmica acelerada na modificação da cobertura vegetal, com a redução progressiva da classe de desflorestamento e o avanço da classe de pasto. O que permite constatar que o padrão de uso e cobertura foi alterado, a partir da variedade dos processos de uso empregados, devido às particularidades de cada município e as estratégias de organização.

Analisando, a heterogeneidade da paisagem,

através das classes de uso e cobertura da terra, pode-se dizer em relação ao potencial florestal, a evolução pode ser considerada negativa, visto que na área de estudo, a expansão das classes de uso e cobertura sobre a classe floresta, no período de 2004 a 2012, acarretou um desmatamento de aproximadamente 139 mil ha de floresta nativa.

Ao comparar a proporção ocupada pelas classes nos dois municípios (Figura 3), percebe-se, que durante os anos de estudo predominou a classe Floresta, apesar de ter sua área reduzida em ambos os municípios. Em Paragominas a área de floresta teve uma redução de 4,54%, passando de 59,05% em 2004 para 54,51% em 2012. Em Ulianópolis a redução da área de floresta foi bem mais acentuada, 10,13%, passando de 41,68% no ano de 2004, para 31,55% em 2012.

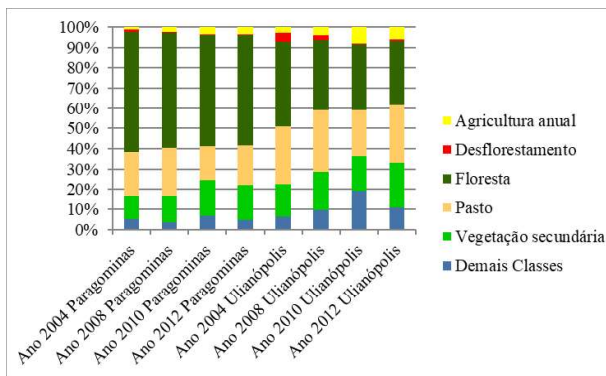


Fig. 3 - Proporção das áreas de uso e cobertura da terra nos anos de 2004, 2008, 2010 e 2012, para os municípios de Paragominas e Ulianópolis.

Em Paragominas, a classe de agricultura anual no ano de 2012 um acréscimo de 2,62% em relação ao ano de 2004, passando de 1,19% com 23.001 ha para 3,81% com 73.638 ha, nesse período, a classe praticamente triplicou a sua área ocupada (Figura 3). Este processo de transição está relacionado com as particularidades de cada município e as suas estratégias de organização territorial, além de aspectos econômicos que determinam o investimento bem como alguns fatores físicos relacionados com solo, relevo e clima que propiciam vantagens que incentivam a produção de bens. Além disto, pode ser verificado que o avanço da agricultura foi maior no município de Ulianópolis, o que pode ser devido a economia de Ulianópolis ser baseada do extrativismo (vegetal e mineral) e ao avanço do agronegócio, sendo fortemente representado pela soja. A classe agricultura anual teve sua área mais que dobrada em 2012, passando de 2,81% com 14.283 ha em 2004 para 6,30% com 32.004 ha em 2012, sendo que em 2010, a agricultura anual correspondeu a 8,17% de toda área municipal com 41.532 ha (Figura 3). Esta ampliação da classe agricultura anual em 2010 e posterior redução em 2012 pode ser associada a um processo de recuperação de pastagem.

Em ambos os municípios verificou-se, que a expansão agrícola se caracterizou por um aumento muito rápido em um curto período. Pode-se dizer que o crescimento da produção agrícola recente, se deu de forma extensiva.

No ano de 2012 para Paragominas a classe de vegetação secundária apresentou um acréscimo de 5,42% de sua área, passando de 11,77% (227.311 ha) e chegando a atingir

17,22% (332.454 ha) da área do município. Em Ulianópolis, pode-se observar que a classe vegetação secundária recebeu um acréscimo de 5,98%, chegando a ocupar 22,07% (112.151 ha) em 2012 no município (Figura 3).

Assim como nos resultados obtidos por Pinto; Carvalho (2007), dentre as classes de uso e cobertura da terra, a que prevaleceu com maior percentual é a Floresta. Corroborando com esta análise, os resultados obtidos por Adami *et al.* (2015) indicaram que, no estado do Pará, as classes que obtiveram as maiores frequências na substituição das áreas de floresta foram pasto e vegetação secundária.

Espindola *et al.*, (2011) e Gollnow & Lakes (2014), em um estudo sobre as dinâmicas de uso e ocupação da terra na Amazônia brasileira, relataram que, em um intervalo de aproximadamente 10 anos, houve um decréscimo da vegetação natural, e ampliação das atividades agrícolas e pastagem em virtude das taxas de desmatamento. Assim as expansões de agricultura e pastagem estão intimamente relacionadas com o desmatamento na Amazônia.

Os valores do avanço da vegetação secundária e do reflorestamento ao longo dos anos são justificados pelo fato de Paragominas ter aderido ao plano “Municípios Verdes”, o qual teve que adotar algumas medidas como promover a redução do desmatamento, recuperação de áreas degradadas, exercer de maneira correta a legislação ambiental e social, manejar adequadamente as florestas nativas, manutenção da biodiversidade entre outras especificações (GUIMARÃES *et al.*, 2011).

As áreas de pasto, por outro lado, tiveram uma redução. Em Paragominas a área de pasto teve uma redução de 2,36% passando de 21,79% em 2004 para 19,43% em 2012 (Figura 3) que pode ser devido ao processo acelerado de degradação de pastagens (DIAS-FILHO, 2011). Adami *et al.*, (2015) expõem que para o estado do Pará, a classe de pasto teve uma redução de sua área total, durante os períodos analisados.

As transições ocorridas entre 2004-2012 são apresentadas na Figura 4 para as classes agricultura anual, desflorestamento, floresta, pasto, vegetação secundária e demais classes. Entre os anos de 2004 a 2012, a área que sofreu algum tipo de mudança em Paragominas foi de 371.021 ha, representando 19,21% da

área; em Ulianópolis a área de mudança foi proporcionalmente maior, com 166.321 ha, o que representa 32,72% da área do município.

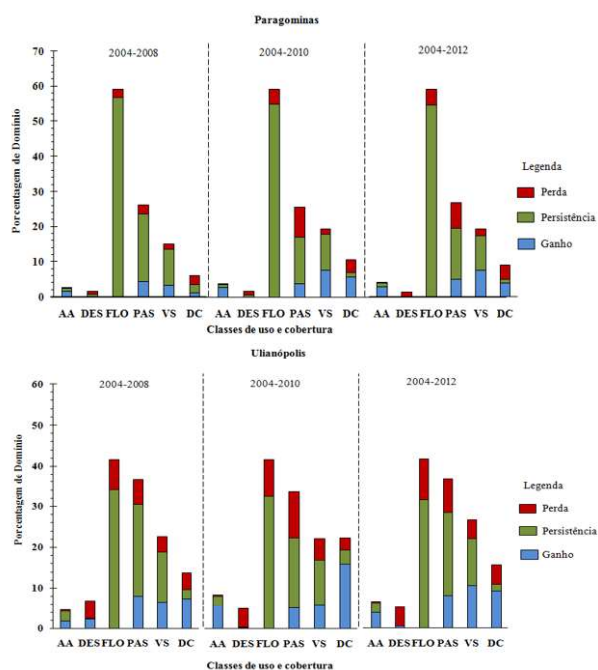


Fig. 4 - Perdas, persistências e ganhos entre as principais classes de uso e da cobertura da terra nos municípios de Paragominas e Ulianópolis, para os períodos de 2004-2008; 2004-2010 e 2004-2012.

Durante os oito anos no município de Paragominas as classes de agricultura anual, floresta, pasto e vegetação secundária, apresentaram uma persistência de 88% (20.172 ha), 92%

(1.052.547), 66% (278.860 ha) e 83% (189.784 ha), respectivamente. Das áreas de desflorestamento, 56% (13.129), 19% (4.597 ha) e 13% (3.030,79 ha) foram substituídas por pasto, vegetação secundária e agricultura anual, respectivamente (Tabela 1). Ulianópolis seguiu a mesma tendência das áreas desflorestadas, com 23% (5.322 ha), 37% (8.739ha) e 16% (3.786 ha) foram substituídas por pasto, vegetação secundária e agricultura anual, respectivamente (Tabela 2).

Cabe ressaltar que ambos os municípios estão na moratória da soja e que eles estão entre os municípios com mais de 1.000 hectares de área de soja em desacordo com a moratória da soja, que nada mais é do que a não comercialização da colheita produzida em novas áreas desmatadas da floresta Amazônica (ABIOVE, 2016).

Estudos do TerraClass (2012) apontam que dos desflorestamentos ocorridos de 2008 até 2012 no estado do Pará, 63% tornaram-se pastagem (17.515 km²), 19% vegetação secundária (5.424 km²) e 2% agricultura (513 km²). Adami *et al.*, (2015), em um trabalho sobre dinâmicas de transições de uso e ocupação da terra no Estado do Pará, concluíram que dos desflorestamentos recentes, 55% tornaram-se pastagem, 29% vegetação secundária e 0,4% agricultura. Assim sendo, a agricultura anual em Paragominas e Ulianópolis apresentou um percentual de incremento sobre o desflorestamento muito superior a média do estado do Pará.

Tabela 1: Matriz de transição entre os anos de 2004 - 2012, para o município de Paragominas, com áreas em hectares (ha)

Classes		Ano de 2004						Total geral
		AA	DES	FLO	PAS	VS	DC	
Ano de 2012	AA	20.172	3.031	4.412	35.390	7.464	3.170	73.639
	DES	0	84	2.599	0	0	0	2.683
	FLO	0	0	1.052.547	0	0	0	1.052.547
	PAS	1.794	13.129	35.672	278.860	18.620	27.133	375.208
	VS	703	4.597	31.299	58.848	189.784	47.223	332.454
	DC	332	2.745	13.709	47.709	11.443	18.624	94.562
Total geral		23.001	23.586	1.140.236	420.807	227.311	96.150	1.931.092*

*: Área do município de Paragominas em hectares (ha).

Tabela 2: Matriz de transição entre os anos de 2004 - 2012, para o município de Ulianópolis, com áreas em hectares (ha)

Classes		Ano de 2004						Total Geral
		AA	DES	FLO	PAS	VS	DC	
Ano de 2012	AA	12.247	3.786	4.996	7.948	2.399	628	32.004
	DES	0	0	3.256	0	0	0	3.256
	FLO	0	0	160.344	0	0	0	160.344
	PAS	1.344	5.322	11.115	103.183	10.713	13.346	145.023
	VS	608	8.739	19.492	14.775	58.091	10.446	112.151
	DC	84	5.370	12.607	18.759	10.588	8.020	55.428
Total Geral		14.283	23.217	211.811	144.665	81.790	32.440	508.206*

*: Área do município de Ulianópolis em hectares (ha).

Em Paragominas grande parte do incremento na agricultura se deu pelo avanço sobre as áreas de pasto (66%) (35.390 ha), vegetação secundária (14%) (7.464 ha) e floresta (8%) (4.412 ha), no período de 2004 a 2012. Para Ulianópolis, o incremento se deu pelo avanço sobre as áreas de pasto (40%) (7.948 ha) e floresta (25%) (4.996 ha). No entanto, o processo recente de expansão de área agrícola parece ter-se dado, predominantemente com a conversão de pastagens, sobretudo pasto limpo e pasto sujo para todos os períodos em análise. Da mesma forma, Mueller (2003), observou que a maior parte da expansão da agricultura se deu pela conversão sobre áreas de pastagem degradadas. Estes resultados concordam com os resultados da moratória da soja que atua nestes municípios, os quais relatam que a maior expansão desta cultura ocorre sobre áreas desflorestadas anteriores a 2006 (RUDORFF *et al.*, 2011; RUDORFF *et al.*, 2012).

A classe pasto em Paragominas teve sua área substituída no período de 2004 a 2010, para as classes agricultura anual com 8% (35.390 ha) e vegetação secundária com 14% (58.848 ha). A dinâmica da classe de pasto em Ulianópolis aconteceu de maneira similar ao município de Paragominas. A classe pasto apresentou um decréscimo em área durante o período de 2004 a 2012 para as classes agricultura anual com 5,4% (7.948 ha) e vegetação secundária com 10% (14.775 ha). Mesmo com uma estabilidade de 71% (103.183 ha) a classe pasto, pode ser considerada dinâmica se analisada de forma individual e não agrupada como

proposto pela metodologia.

Para Dias-Filho (2011), o dinamismo se deve ao processo de degradação de pastagem, que envolve um processo contínuo de sucessão. As classes de pasto, regeneração com pasto e vegetação secundária, estão intimamente relacionadas, devido à destinação do uso em um determinado período, desenvolvendo um ciclo de uso, ou seja, a inatividade das classes de pasto propicia a regeneração natural, que futuramente poderá regressar a classe de pasto pela aplicação de técnicas de recuperação de pasto ou pelo uso de queimadas.

Dessa forma, os resultados do mapeamento indicam que a classe pasto, está sendo convertida para a classe vegetação secundária, ou seja, essas áreas estão absorvendo carbono atmosférico, conservando melhor os habitats, protegendo os solos e os recursos hídricos ao se transformarem em vegetação secundária (VIEIRA *et al.*, 2014). Entretanto, tem de ser observado que parte da área de pasto cresce principalmente sobre áreas recentemente desflorestadas, corroborando com os resultados apresentados por Adami *et al.*, (2015).

Para o município de Paragominas, durante o período de 2004 a 2012 a classe vegetação secundária teve 83% (189.784ha) de sua área inalterada, em Ulianópolis, esta permaneceu com 71% (58.091 ha) de sua área sem alteração desta forma podemos considerar que estas áreas possuem no mínimo oito anos. Para Fearnside (2005) que o crescimento da vegetação secundária sobre as áreas desflorestadas tem

efeitos positivos sobre a fertilidade do solo, erosão, regimes hidrológicos local e global e sobre a emissão de gases do efeito estufa.

Devido a metodologia de mapeamento adotado pelo PRODES e por consequência pelo TerraClass, a classe floresta não recebeu incremento de nenhuma classe ao longo dos períodos analisados. Esta classe refere-se à floresta primária, intacta ou que ainda não sofreu significativas alterações em suas características originais, e devido a esta metodologia, depois de transformada é impossível retornar ao seu estado original. Assim, a floresta está perdendo área para praticamente todas as classes de uso e cobertura da terra.

Em Paragominas, durante o período de 2004 a 2012, a classe Floresta perdeu área para as classes vegetação secundária (3%) (31.299 ha) e pasto (3%) (35.672 ha). Em Ulianópolis, as áreas de floresta foram ainda mais reduzidas, perdendo área para as classes de agricultura anual (5%) (4.996 ha) e vegetação secundária (71%) (19.492 ha). Segundo Feanrside (2005) quando ocorre a conversão de floresta para vegetação secundária ou para um outro tipo de uso, os impactos são negativos, como a perda de biodiversidade, degradação das florestas e degradação das áreas de bacias hidrográficas.

4. CONCLUSÕES

A metodologia de classificação de imagens de satélite de observação da Terra (TerraClass/PRODES), utilizada para análise e monitoramento da evolução do uso e cobertura da terra nos municípios de Paragominas e Ulianópolis ao longo dos anos de 2004 a 2012, se mostrou válida para retratar a distribuição de usos da terra em diferentes períodos, assim como para analisar as mudanças ocorridas e seus principais condicionantes

Em Paragominas grande parte das áreas de floresta foi convertida para vegetação secundária (3%) e pasto (3%). Em Ulianópolis, as áreas de floresta foram ainda mais reduzidas, perdendo área para as classes de agricultura anual (5%) e vegetação secundária (71%), ou seja, a pastagem e a agricultura estão avançando sobre áreas de floresta. Do total de incremento da área de agricultura, 66% em Paragominas e 56% em Ulianópolis, foi originário da classe de pasto.

Portanto, esta avaliação comprovou que as dinâmicas das classes de uso e cobertura da terra estão baseadas na consolidação da agricultura e pecuária como uma das variáveis na matriz econômica dos municípios.

AGRADECIMENTOS

Este artigo é parte de uma dissertação de Mestrado Interinstitucional em Ciências Ambientais (da primeira autora) do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais em convênio entre a Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e Embrapa Amazônia Oriental. Os autores agradecem ao apoio do INPE- CRA (Centro Regional da Amazônia). Também agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UFPA e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes pela concessão da bolsa de estudo (Mestrado) à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMI, M.; GOMES, A. R.; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; VENTURIERI, A. Dinâmica do uso e cobertura da terra no estado do Pará entre os anos de 2008 e 2012. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa, 2015. **Anais**. p. 7029-7035, 2015.
- ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 5-19, 2001.
- ALMEIDA, C. A.; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ADAMI, M.; VENTURIERI, A.; DINIZ, C. G.; DESSAY, N.; DURIEUX, L.; GOMES, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, v.46, p.291 - 302, 2016.
- ALVES, D. S.; MORTON, D. C.; BATISTELLA, M.; ROBERTS, D. A.; SOUZA JR, C. The changing rates and patterns of deforestation and land use in Brazilian Amazonia. In Amazonia and global change. **Geophysical Monograph Series**, v. 186, p. 11-23, 2009.
- ARAGÃO, L. E. O. C. Environmental science: The rainforest's water pump. **Nature**, v. 489, p. 217-218, 2012.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE) - **Moratória da Soja- Relatório do 8º ano**. Disponível em: <[http://www.abiove.org.br/site/_FILES/Portugues/17062016122943moratoria2016_\(1\).pdf](http://www.abiove.org.br/site/_FILES/Portugues/17062016122943moratoria2016_(1).pdf)>. Acesso em 21 julho 2016.
- BROWN, J. C.; KOEPPE, M.; COLES, B.; PRICE, K. P. Soybean production and conversion of tropical forest in the Brazilian Amazon: The case of Vilhena, Rondonia. **Ambio**, v. 34, n. 6, p. 462-469, 2005.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. Belém. MBDF, 2011. 204p.
- DINIZ, C. G.; SOUZA, A. A. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, M. C.; LUZ, N. C. L.; MORAES, D. R. V.; MAIA, J. S.; GOMES, A. R.; NARVAES, I. S.; VALERIANO, D. M.; MAURANO, L. E. P.; ADAMI, M. DETER-B: The New Amazon Near Real-Time Deforestation Detection System. **IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing**, v. 8, n. 7, p. 3619-3628, 2015.
- DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente e sociedade** v.15, n. 2, p. 1-22, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Proposta de atualização da segunda edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012, 59 p.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.
- FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I.; PEREIRA, V. B. Emissões de gases do efeito estufa por desmatamento e incêndios florestais em Roraima: fontes e sumidouros. **Revista Agro@ambiente**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2013.
- FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. **Climatic Change**, v. 35, p. 321-360. 1997.
- FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.
- FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.; R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, T.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. Global consequences of land use. **Science**. v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.
- GOLLNOW F.; LAKES, T. Policy change, land use, and agriculture: The case of soy production and cattle ranching in Brazil, 2001 e 2012. **Applied Geography**, v.55, p.203 - 211, 2014.
- GUIMARÃES, J.; VERISSIMO, A.; AMARAL, P.; DEMACHKI, A. **Municípios verdes: caminho para a sustentabilidade**. Belém, IMAZON, 2011. 154 p.
- HOUGHTON, R.; HALL, F.; GOETZ, S. Importance of biomass in the global carbon cycle. **Journal of Geophysical Research**, v. 114, p. 1-13, n. G2, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Bases Cartográficas**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/mapas-municipais>> Acesso em 20 de junho 2017.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Desmatamento por municípios. Projeto PRODES**. São José dos Campos, São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>> Acesso em 03 de junho 2015.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**. New York: Cambridge University Press, 2007. 104 p.
- KUHN, C. **Uma análise sistêmica das transformações de uso como suporte à decisão para o planejamento de Unidades de**

- Conservação, 2005.** 166p. UFRGS. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- LAMBIM, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, n. 1, p. 205-241, 2003.
- LEQUÉRÉ, C.; RAUPACH, M. R.; CANADELL, G. J.; MARLAND, G. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. **Nature Geoscience**, v. 2, p. 831–836, 2009.
- LOPES, M. N. G.; SOUZA, E. B.; FERREIRA, D. B. S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, p. 84-102, n 1, 2013.
- MUELLER, C. C. **Expansion and modernization of agriculture in the cerrado** – the case of soybeans in Brazil’s Center-West. Brasília, DF: Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Outubro de 2003. 28 p.
- PINTO, W. H. A.; CARVALHO, A. S: Geoprocessamento aplicado a análise físico-territorial da área do Tarumã – AM. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007 **Anais**. p. 3003-3009, 2007.
- PONTIUS, JR; ALÍ, S., C. Quantity, exchange, and shift components of difference in a square contingency table. **International Journal of Remote Sensing**, v. 35, n. 21, p. 7543–7554, 2014.
- RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. das C.; SILVA, J. M. L. da; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas – estado do Pará.** Belém, EMBRAPA, 2003, 51p.
- ROMERO-RUIZ, M. H.; FLANTUA, S. G. A.; TANSEY, K.; BERRIO, J. C. Landscape transformation in savannas of northern south America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. **Applied Geography**, v.32, n.2, p. 766-776, 2012.
- RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M.; RISSO, J.; AGUIAR, D. A.; PIRES, B. M. ; AMARAL, D. F.; FABIANI, L. CECARELLI, I. Remote sensing images to detect soy plantations in the Amazon Biome - The soy moratorium initiative. **Sustentability**, v. 4, n. 5, p. 1074- 1088, 2012.
- RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M; AGUIAR, D. A.; MOREIRA, M. A.; MELO, M. P.; FABIANI, L.; AMARAL, D. F.; PIRES, B. M. The soy moratorium in the Amazon biome monitored by remote sensing images. **Sustentability**, v. 3, n. 1, p. 185 – 202, 2011.
- TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, v.55, n.4, p. 31-33, 2003.
- TERRACLASS. **Mapeamento do uso e da cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira: 2012.** Brasília, DF; Belém: Embrapa; INPE, 201. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>.
- VIEIRA, I. C. G.; GARDNER, T. FERREIRA, J.; LEES, A. C.; BARLOW, J. Challenges of governing second-growth forests: a case study from the Brazilian Amazonian state of Pará. **Forest**, v. 5, n.7, p. 1737-1752, 2014.