

Mudança no uso e cobertura da terra na Amazônia: a dinâmica na bacia do Curuá-Una (PA), no período de 2004 a 2014.

Lidiane Cristina Oliveira Costa¹
Adriana Gomes Affonso¹
Maria Isabel Sobral Escada¹

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

Abstract. The objective of this paper is to evaluate the spatial and temporal dynamic of the land use and land cover change in Curuá-Una basin, located in Southwest Pará, during two periods: 2004 to 2010 and 2010 to 2014. TerraClass land use and cover classes were spatialized and quantified in a 3 km cell grid per year, for four classes: agriculture, urban area, mosaic of occupation and secondary vegetation. The results showed that, in general, all classes area increased in the first period, but only pasture class increased in the second period. Pasture increased six fold from 2010 to 2014, and is mainly concentrated in Transamazônica (BR-230) and BR-163 roads and in Santarém region, but secondary vegetation reduced 3/5 times during the same period. The increase of the pasture and the reduction of secondary vegetation area suggests that an increasing of the erosive processes in the basin. The expansion of the pasture areas contributes to the increasing of the impact of the rainfall, the reduction of water infiltration and increasing of the surface runoff and the soil loss. The understanding of land use and land cover dynamic is crucial to formulate integrated public policies considering the agrarian developments and the environmental aspects in a sustainable perspective.

Palavras-chave: land use and land cover, land cover changes, Curuá-Una, TerraClass.

1. Introdução

A Amazônia possui um pouco mais de 6 milhões de km², desse total, estima-se que 67% está em território brasileiro distribuídos entre os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (PROBIO, 2004). Na década de 60 e 70 ocorreu uma intensificação da ocupação da região Norte devido às políticas públicas implementadas pelo Governo Federal visando o desenvolvimento e à integração e da Amazônia ao Brasil. Nesse período, podem-se mencionar algumas iniciativas como a criação de rodovias, a implantação de projetos agropecuários, a construção de hidrelétricas, além da oferta de subsídios e incentivos fiscais que favoreceram a colonização e o fluxo migratório na região (Ab'Saber, 1989; Becker, 2004). Essas políticas de ocupação resultaram na remoção sistemática das florestas que nos anos mais críticos atingiram 29.059 km² (1995) e 27.772 km² (2004) (INPE, 2015).

A ocupação da Amazônia, de forma desordenada teve como consequência a conversão de grandes áreas de cobertura florestal, seja por desmatamento ou por degradação florestal, para diferentes tipos de uso da terra, podendo acarretar sérias consequências ambientais, como a redução da evapotranspiração, diminuição de chuvas, aumento dos gases de efeito estufa e perda da biodiversidade (Fearnside, 2005, 2007). Além disso, a conversão da cobertura florestal para outro tipo de cobertura pode afetar também a porosidade do solo, a absorção da água e o escoamento superficial, ocasionando erosão, impactando o solo, podendo afetar também os corpos hídricos (Ashraf, 2014).

Nas últimas décadas, ocorreu no estado do Pará uma intensa dinâmica na cobertura da terra, com taxas de desmatamento que chegaram a 8.870 km² no ano de 2004, associado principalmente à remoção da cobertura florestal, para o plantio de pastagens (aproximadamente 68% em 2014) e de culturas agrícolas (5.9% em 2014) (INPE, 2015; INPE & EMBRAPA, 2014). Dados do TerraClass mostram que no estado do Pará a pastagem avançou sobre a floresta, que por sua vez, cedeu área para agricultura e vegetação secundária, esta última em menor proporção, mostrando que a dinâmica do uso e cobertura está baseada na consolidação da agricultura e na pecuária extensiva, atividades predominantes na matriz econômica do estado (Adami, et al. 2015).

Em Santarém, ocorreu aumento do plantio de soja com a instalação do porto da Cargill no início dos anos 2000 (Escada et. al, 2009). Além disso, a expansão da agricultura mecanizada nos municípios de Santarém e Belterra (PA) tem promovido diversos impactos ambientais como a construção de barragens, a destruição das matas ciliares, o desvio de cursos d'água e o assoreamento de mananciais (Greenpeace, 2009; Lemos et al., 2010).

O conhecimento das mudanças de uso e cobertura da terra é essencial para pensar as políticas de combate ao desmatamento, para o planejamento agrário e, ainda, para o monitoramento ambiental de bacias e dos mananciais na região. Dentro deste contexto, o presente trabalho visa avaliar as dinâmicas de mudança de uso e cobertura da terra, a partir de um espaço celular, na bacia do Rio Curuá-Una, localizada na região Sudoeste do estado do Pará, para os anos de 2004, 2010 e 2014. A partir do diagnóstico gerado por essas análises são discutidos potenciais efeitos das mudanças observadas em relação aos processos erosivos na bacia estudada.

2. Área de estudo

A área de estudo deste trabalho é a bacia do Curuá-Una, afluente do Rio Amazonas, localizada na região Sudoeste do estado do Pará (Figura 1), A bacia compreende uma área de aproximadamente 31.000 km² e abrange parte dos municípios de Belterra, Uruará, Placas, Prainha, Medicilândia, Santarém e Mojuí dos Campos. Este último município, foi criado em 2013, e sua área foi desmembrada do município de Santarém. Na porção Leste da bacia localiza-se a Floresta Nacional do Tapajós (Flona Tapajós) e, no extremo Sul, estão localizadas uma pequena parte de duas áreas de Terra Indígena, Arara e Cachoeira Seca.

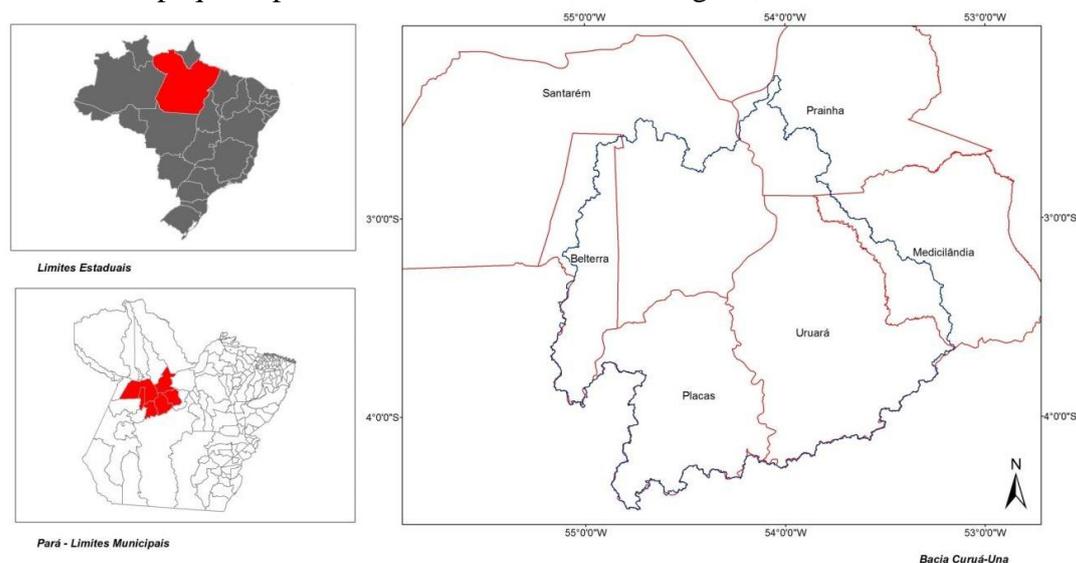


Figura 1 - Área de estudo.

3. Materiais e Métodos

3.1 Materiais

A base de dados foi composta por dados de Modelo Digital de Elevação (MDE), de uso e cobertura da terra (TerraClass), limite municipal (IBGE, 2010), Rodovia Federal (DNIT) e drenagem (Tabela 1).

Tabela 1 - Base de dados utilizada.

Descrição	Fonte	Resolução Espacial
SRTM	USGS	30m
SRTM	CGIAR	90m
TerraClass	INPE/EMBRAPA	30m
Unidades de Conservação	ICMBIO	-
Terras Indígenas	FUNAI	-
Rodovias	DNIT	-
Drenagem	Autor	-
Limite administrativo	IBGE	-

3.2 Métodos

A metodologia deste trabalho foi desenvolvida em duas etapas: 1) Delimitação da bacia de drenagem com os dados do SRTM; 2) Análise de mudanças de uso e cobertura da terra. A segunda etapa compreendeu atividades como a definição do tamanho das células, o uso de operadores para extração dos dados de uso e cobertura para cada ano analisado, e a análise das mudanças de uso e cobertura da terra nas células. O uso da representação celular no estudo dessas dinâmicas foi importante porque possibilitou fixar uma região no espaço, e observar as mudanças em sua área ao longo do tempo.

3.2.1 Extração da drenagem e delimitação da bacia

Para a extração da drenagem¹ e delimitação da bacia foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE). Alguns ajustes e processamentos antes da extração da direção de fluxo são necessários a fim de evitar descontinuidades na rede de drenagem. Feito os ajustes e processamento foi extraído a direção de fluxo e calculado a área de contribuição. E a partir de um limiar empírico foi realizada a extração da rede de drenagem (Figura 2-a). Tendo como base a rede de drenagem obtida, foi definido o limite da bacia (Figura 2-b) (JARDIM, 2014).

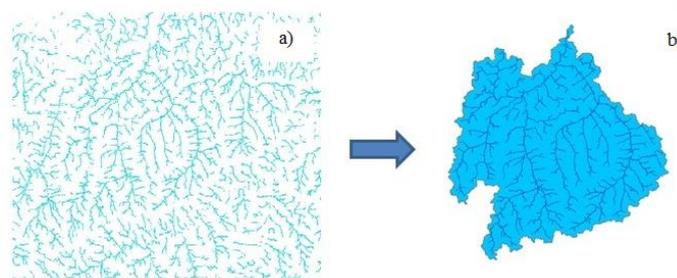


Figura 2 - a) Rede de Drenagem; b) Limite da Bacia do Curuá-Una.

3.2.2 Dinâmica de Mudança

A análise das dinâmicas de mudanças foi realizada com os dados de uso e cobertura da terra provenientes do TerraClass (INPE & EMBRAPA, 2016) dos anos de 2004, 2010 e 2014, a fim de avaliar o padrão de distribuição espacial e as mudanças de uso e cobertura da terra na região de estudo. As classes de uso e cobertura da terra do TerraClass utilizadas nesse

¹ Em Jardim (2004) está disponível a metodologia para a extração de drenagem.

trabalho foram as seguintes: agricultura, mosaico de ocupação, pasto sujo, pasto limpo, pasto com regeneração e vegetação secundária, sendo que os diferentes tipos de pastos foram agregados em uma única classe denominada “pasto”, obtendo-se assim 4 classes.

O tamanho das células foi definido com base nas dimensões e características dos polígonos presentes na área de estudo, utilizando uma resolução de 3 x 3 km. Foi calculada a área de cada classe por célula para os anos de 2004, 2010 e 2014. O percentual (P) adotado para análise das dinâmicas foi obtido através da Equação 1, em que valores negativos representam a redução da área e valores positivos representam o aumento de uma determinada classe no período avaliado .

$$P_{ji} = \frac{A'_{2i} - A'_{1i}}{A_j} * 100 \quad (1)$$

Onde: $1 \leq j \leq n$, $1 \leq i \leq k$, P_j representa o percentual da classe i na célula j , A'_{2i} é a área da classificação do tempo 2, A'_{1i} é a área da classificação do tempo 1, A_j é a área total da célula j .

4. Resultados e discussões

De uma forma geral, todas as classes de uso da terra aumentaram sua área no período de 2004-2014 (Tabela 2), com exceção das classes agricultura, mosaico de ocupação e vegetação secundária que diminuíram de área entre 2010-2014. A área desmatada foi de 680 mil hectares até 2004, com um incremento de 127 mil ha no período de 2004-2010 e de 42 mil ha para o período subsequente (2010-2014). Apesar das inúmeras mudanças no uso e cobertura da terra, a Flona Tapajós não apresentou novos desmatamentos, o que ressalta a importância e a efetividade das unidades de conservação na bacia.

Tabela 2 – Dinâmica das classes no período de 2004 a 2014.

Classe/Ano	2004 - 2010 (ha)	2010 - 2014 (ha)
Agricultura	44740.51	-8995.07
Mosaico de Ocupação	13178.83	-41733.12
Pasto	84473.98	247437.42
Vegetação Secundária	48910.34	-150535.37

Ressalta-se que para o mesmo intervalo de tempo, 2004-2010, ocorreu na região de Santarém, o aumento da área da classe agricultura anual de larga escala e a diminuição da área ocupada pela classe pasto, o que pode indicar a conversão de pasto em áreas agrícolas, seguindo a dinâmica apresentada por Gaioso (2012) para o Baixo Amazonas, que menciona que a floresta original foi convertida em terras de pastagem e de lavouras.

A região está localizada próxima à sede municipal de Santarém, numa área de planície, que dispõe de infraestrutura para escoamento da produção, estradas, portos e foi classificada por Souza (2016) como Patronal Agricultura Anual².

Em relação à agricultura, pode-se observar na Figura 3-a a expansão das áreas de agricultura anual com um incremento de aproximadamente 45 mil hectares no período de 2004 – 2010 e também sua concentração, na região de Santarém. De acordo com os dados de Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2016), a área plantada de grãos (soja e milho) em Santarém passou de 11.8 hectares em 2004, para 21.5 mil hectares em 2010 (IBGE, 2016). Para o ano de 2014 o valor da área plantada de grãos era de 27.48 mil hectares, representando um maior crescimento para o primeiro período (IBGE, 2016).

² A Patronal Agricultura Anual é composta por extensas manchas de agricultura anual e presença de pequenas manchas de floresta, pasto limpo, pasto sujo e agricultura de pequena escala ao redor. Sendo a agricultura anual caracterizada pela mão de obra assalariada, uso de insumos e defensivos agrícolas e maquinários (Souza, 2016).

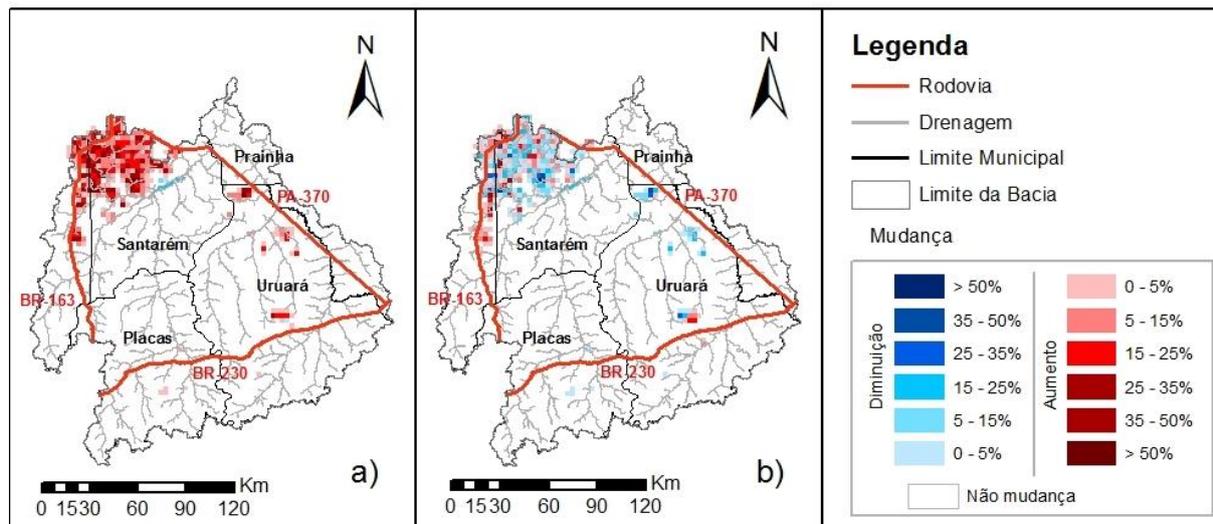


Figura 3 – Mapas de mudanças da classe agricultura anual nos períodos 2004-2010 (a) e 2010-2014 (b).

A classe mosaico de ocupação corresponde a área de usos diversos e que, devido à resolução espacial das imagens utilizadas no mapeamento não é possível diferenciar, podendo representar agricultura familiar e pastagens, teve um acréscimo no primeiro período (2004-2010) e foi reduzida a quase $\frac{1}{4}$ (um quarto) no segundo período, passando de 57 mil hectares para quase 16 mil hectares como mostra a Figura 4. No entanto, as dinâmicas dessa classe são de difícil de compreensão, pois sua composição varia de acordo com a região e o ano de mapeamento. No refinamento da classe mosaico de ocupação do TerraClass 2012 realizado por Souza (2016) com dados de resolução espacial mais fina (RapydEye – 5 m) nessa região, essa categoria foi mapeada como pasto Limpo correspondendo a 40% da área e vegetação secundária, correspondendo a 34% da área total. Outras classes como área urbana, pasto sujo e solo exposto também foram encontradas nas áreas refinadas.

A região apresentou um aumento maior das áreas de mosaico ao longo da BR-163 (Figura 4-a), Entretanto, observa-se que boa parte do que aparece como aumento no primeiro período, no segundo, consta como diminuição. Essa variação pode indicar a expansão de áreas de pasto, que aumentou na região, conforme será apresentado mais adiante, sobre áreas de agricultura familiar, representadas pela classe mosaico de ocupação. Contudo, as dificuldades no mapeamento dessa categoria podem afetar as análises das dinâmicas, sendo necessário um estudo mais aprofundado sobre esse tema.

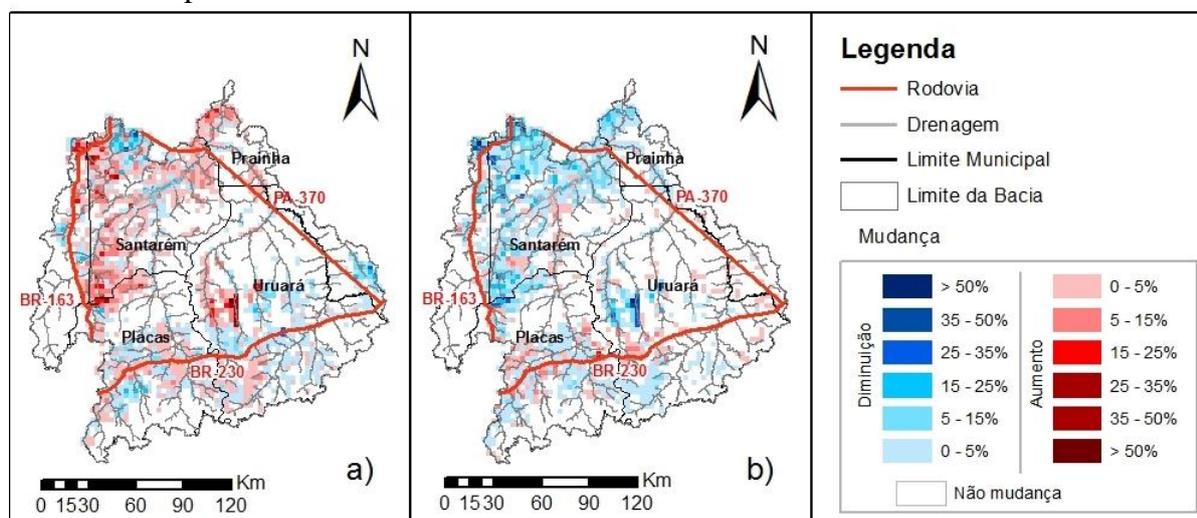


Figura 4 - Mapas de mudanças da classe mosaico de ocupação nos períodos 2004-2010 (a) e 2010-2014 (b).

A Figura 5 apresenta a classe pasto, mostrando principalmente uma diminuição no período de 2004 a 2010, na região de Santarém e em uma pequena área do município de Placas, ao longo da Transamazônica (BR-230), como apresentado na Figura 5-a. No segundo período (Figura 5-b) observa-se um aumento da classe pasto por toda a bacia. Também os dados de efetivo bovino para esses municípios, exceto apresentaram um gradativo crescimento no período de 2004 a 2014 (Tabela 3) (IBGE, 2016).

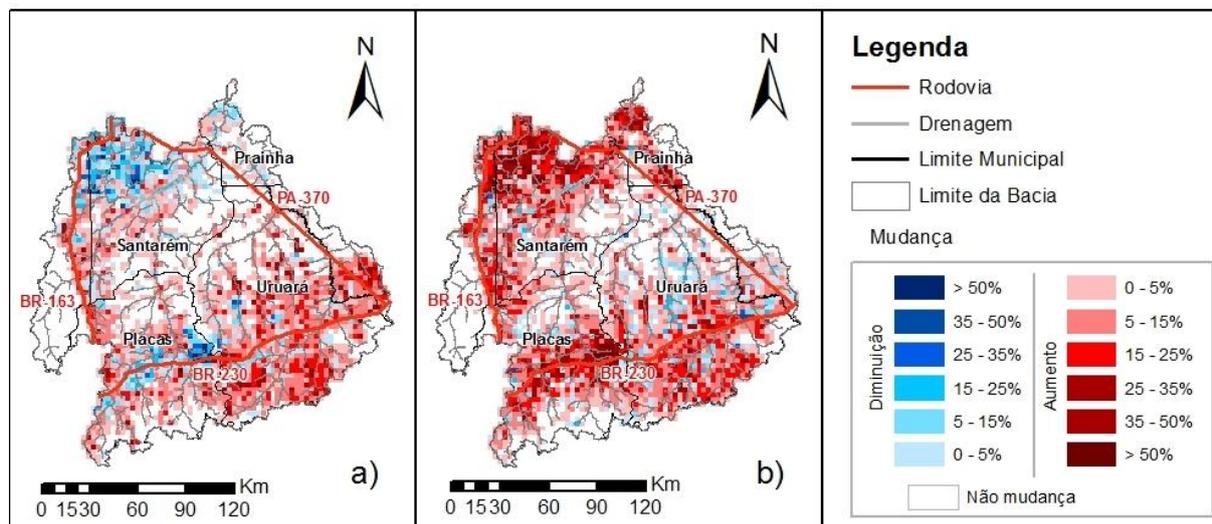


Figura 5 – Mapas de mudanças da classe pasto nos períodos 2004-2010 (a) e 2010-2014 (b).

Tabela 3 - Efetivo bovino (número de cabeças) Fonte: IBGE (2016).

	Belterra	Medicilândia	Placas	Prainha	Santarém	Uruará
2004	21.017	124.373	66.257	66.257	153.115	232.912
2010	21.765	103.939	90.823	121.412	132.008	290.513
2014	23.843	152.562	127.830	119.353	132.300	313.523

Por fim, a vegetação secundária, que durante o primeiro período correspondia a segunda maior classe de uso e cobertura da bacia, dentre as discutidas até aqui, com área de 202 mil hectares em 2004 e 251 mil hectares em 2010, teve uma grande redução para 100 mil hectares em 2014, redução essa apresentada na Figura 6. Provalmente essa cobertura deve ter sido substituída pelas áreas de pastagem mencionadas anteriormente. Ou seja, pode ter havido uma limpeza dessas áreas para implantação de pasto.

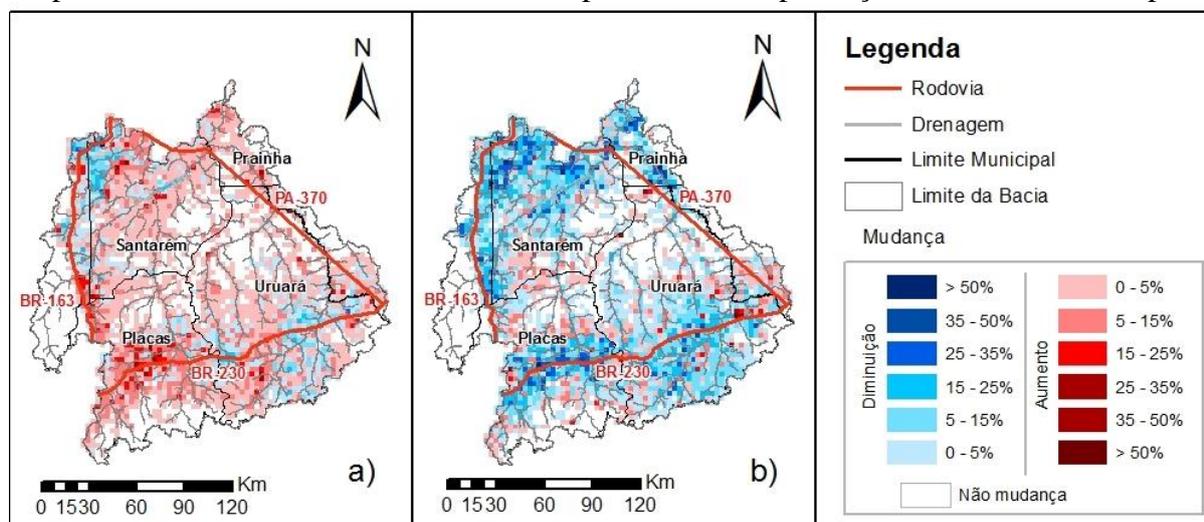


Figura 6 - Mapas de mudanças da classe Vegetação Secundária nos períodos 2004-2010 (a) e 2010-2014 (b)

4. Considerações finais

A metodologia utilizada para avaliar a dinâmica de uso e cobertura da terra possibilitou verificar no espaço e tempo as dinâmicas das classes agricultura, mosaico de ocupação, pasto e vegetação secundária.

A agricultura permanece concentrada próxima à região de Santarém. Em contrapartida, a classe Pasto tem crescido ao longo da bacia e do tempo, para os anos 2010 a 2014 o incremento foi de 247 mil hectares, ocorrendo principalmente ao longo das Rodovias Transamazônica (BR-230), BR-163, em áreas que estão fora de unidades de conservação, e próximas a Santarém. Contudo, o desmatamento no segundo período foi quase 67% menor em relação ao primeiro período, sugerindo que a classe vegetação secundária pode estar sendo convertida, majoritariamente em pasto, uma vez que a área de desmatamento foi bem inferior a área de aumento de pasto. Ao contrário do que era esperado, a expansão da agricultura anual de larga escala só ocorreu no primeiro período de análise, apresentando redução em algumas áreas no período de 2010 a 2014.

A redução da vegetação secundária entre 2010 e 2014, tal como de floresta primária, somada ao aumento significativo da classe pasto sugere um aumento nos processos erosivos dessa bacia. Essa mudança da cobertura florestal para pasto pode provocar um aumento do impacto da chuva, menor infiltração da água, aumento do escoamento superficial e maior carreamento de partículas de solo e nutrientes para os cursos d'água. Destaca-se ainda que a região de Santarém, que teve um aumento de área da classe pasto e diminuição da área de vegetação secundária, possui várias nascentes de rios que desaguam na represa do Curuá-Una. Tal alteração no uso e cobertura da terra pode intensificar o transporte de sedimentos para o fundo da represa resultando na eutrofização dos corpos d'água. Esses resultados mostram que ao se pensar em uma política de desenvolvimento agrário e de incentivos para uma região, é preciso pensar nos aspectos ambientais e incluindo ações para a conservação e para o uso sustentável dos recursos florestais, da biodiversidade e da água.

Agradecimentos

Os autores Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado de um dos autores, ao INPE pelo suporte para o desenvolvimento deste trabalho e ao suporte financeiro do Projeto MSA-BNDES (Processo: 1022114003005).

Referências bibliográficas

Ab'SABER, A. N. **Zoneamento Ecológico-Econômico na Amazônia - questões de escala e método**. In: Estudos Avançados, v3, nº 5, p.4-19, jan./abr. São Paulos, 1989.

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 a 2012. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 7028-7035. Internet. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM4JJJ>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

ASHRAF, A., R. NAZ, A. WAHAB, B. AHMAD, M. YASIN, M. SALEEM . **Assessment of Landuse Change and Its Impact on Watershed Hydrology Using Remote Sensing and SWAT Modeling Techniques - A Case of Rawal Watershed in Pakistan**. International Journal of Agricultural Science and Technology, 2014, 2(2), 61-68. doi: 10.14355/ijast.2014.0302.02.

BECKER, B. K. **Amazônia: Geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 172 p.

ESCADA, M. I. S.; AMARAL, S.; RENNÓ, C. D.; PINHEIRO, T. F. **Levantamento do uso e cobertura da terra e da rede de infra-estrutura no distrito florestal da br-163**. São José dos Campos: INPE, 2009. 52 p. (INPE-15739-RPQ/824). Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP8W/357DD7L>>. Acesso em: 31 out. 2016.

FEARNSIDE, P.M. 2005. **Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una Dam.** *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 10(4): 675-691. DOI: 10.1007/s11027-005-7303-7

FEARNSIDE, P.M. 2007. **Uso da terra na Amazônia e as mudanças climáticas globais.** *Brazilian Journal of Ecology* 10(2): 83-100.

GREENPEACE; SINDICATO DOS TRABALHADORES E TRABALHADORAS RURAIS DE SANTARÉM; PROJETO SAÚDE E ALEGRIA; SINDICATO DOS TRABALHADORES RURAIS DE BELTERRA. **Mapeamento comunitário dos impactos da soja em Santarém e Belterra.** Santarém. 2009. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/mapa-participativoinedito-exp/>. Acesso em: 21 out. 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal (PAM)**, 2004; 2010; 2014. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam> > Acesso em: 07 set. 2016.

INPE. PRODES - **Programa de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia por Satélite.** 2015. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia_TaxaProdes.pdf Acesso em: 02 nov. 2016.

INPE & EMBRAPA. **TerraClass.** São José dos Campos: INPE, 2016. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php Acesso em: 02 nov. 2016.

JARDIM, A. C.; OLIVEIRA, J. R. F.; ROSIM, S.; MONTEIRO, A. M. V. **Melhorando os algoritmos para extrair redes de drenagem do modelo de elevação digital: o cálculo da área de contribuição.** In: WORKSHOP DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO APLICADA DO INPE, 14. (WORCAP). 2014, São José dos Campos. Resumos... São José dos Campos: INPE, 2014. On-line. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP8W/3HBR37S>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

LEMOS, M. C.; ROOD, R. B. **Climate projections and their impact on policy and practice.** *Wire's Climate Change*, v.1, p.670-82, 2010.

PROBIO. **Uso e Cobertura da Terra na Floresta Amazônica.** 2004. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/uso_e_cobertura_da_terra_na_floresta_amaznica.pdf

SOUZA, A. R. **Economia e natureza: padrões de uso e cobertura da terra associados a atividades agropecuárias e extrativistas de comunidades do Sudoeste do Pará.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). São Jose dos Campos: INPE, 2016.