



ISSN 2317-3122



GRUPO VERDE DE AGROECOLOGIA E AGRICULTURA

## Mudanças no uso e ocupação da terra associadas a focos de calor na área de influência da Rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém)

### *Changes in land use and occupation associated with hot spots in the area of influence of Highway BR-163 (Cuiabá-Santarém)*

Adênio Miguel Silva da Costa<sup>1</sup>, Paulo Eduardo Silva Bezerra<sup>2</sup>, Rodrigo Silva de Oliveira<sup>3</sup>

**Resumo:** O monitoramento das alterações no uso e ocupação da terra e de focos de calor é uma questão crítica para conter o desmatamento na Amazônia, sendo necessário a realização de estudos que associem essas duas variáveis de forma multitemporal. Com isso, este trabalho teve como objetivo analisar as modificações no uso da terra na área de influência da rodovia BR-163, no trecho Cuiabá-Santarém, compreendendo uma extensão de quase 1.800 km. Adotou-se como sua região de influência uma área de 100 km ao redor da mesma, proporcionando uma área de estudo com aproximadamente 362.975,2 km<sup>2</sup>. Utilizou-se como referência as informações de uso e ocupação da terra do projeto TerraClass, referente aos anos de 2004, 2010 e 2014. Além disso, para efeitos de comparação, as classes de uso da terra foram associadas com a presença de focos de calor, obtendo-se assim os efeitos de queimadas como agente modificador da cobertura do solo. Os resultados mostraram que as mudanças na cobertura vegetal primária estão relacionadas à agricultura e pecuária, usando a queima, para limpar a área. Conclui-se que apesar da significativa redução do desmatamento observada na última década, mudanças significativas vêm ocorrendo em razão das atividades produtivas predominantes na região, sendo nitidamente perceptíveis em análises de ampla escala espacial e temporal como esta.

**Palavras-chaves:** Bacia Amazônica. TerraClass. Focos de Calor.

**Abstract:** The Monitoring of changes in land use and occupation and heat Sources is a critical issue to contain deforestation on the Amazon, and it is necessary to carry out studies that associate these two variables in a multitemporal analyzes. The purpose of this study was to analyze changes in land use in the area of influence of the BR-163 highway in the Cuiabá-Santarém stretch, that is comprising an extension of almost 1,800 km. It was adopted as an area of influence an zone of 100 km around of the BR-163, that provided a study area with approximately 362,975.2 km<sup>2</sup>. It were used information about land use and occupation of the TerraClass project for the years 2004, 2010 and 2014 as temporal data source. In addition, land use classes were associated with the presence of Heat, thereby obtaining the effects of burning as a soil-modifying agent. The results showed that the changes in the primary vegetation cover is associated to agriculture and cattle raising, using the burning, to clean the area. It concludes that in despite of the significant decrease of deforestation observed in the last decade, significant changes have occurred due to the predominant productive activities in the region, and it is clearly noticeable in analyzes of large spatial and temporal scale such as this study.

**Key words:** Amazon Basin, TerraClass, Heat Sources.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 30/06/2017; aprovado em 14/07/2017.

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém-PA; E-mail: adenio.miguel@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA; E-mail: pauloeduardo@uafr.br

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA; E-mail: rodrigo\_so7@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A modelagem da dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia amazônica é fonte de uma gama de estudos. Os objetivos dessas pesquisas vão da quantificação de classes pré-selecionadas de uso e cobertura do solo, passando pela perda de biodiversidade em ecossistemas específicos, a pressão sofrida pelas unidades de conservação e políticas agrárias para implantação de assentamentos, até a questão do avanço da fronteira da soja e da pecuária de corte (MARGULIS, 2003). Outros assuntos envolvem questões fiscais, de migração incentivada por políticas de colonização, conflitos de natureza fundiária e a exploração de recursos madeireiros (SOARES-FILHO et al., 2005). Outra questão é a relação crítica entre a perda de cobertura vegetal ao longo dos eixos viários da região, considerado por muitos anos como o principal agente causador de desmatamento.

O histórico de formação do espaço amazônico remete aos projetos de ocupação instaurados em meados das décadas de 1960 e 1970, pelo então regime militar, por meio de ações como o Plano de Integração Nacional (PIN), instituído pelo Decreto-Lei nº 1.106/1970. Nesse contexto, a construção de grandes rodovias como a Transamazônica (BR-230) e a Cuiabá-Santarém (BR-163), proporcionaram mudanças significativas na estrutura socioeconômica da região, através da mudança do modo de circulação de pessoas e mercadorias do eixo dos rios para o das rodovias (VENTURIERI et al., 2010).

Dessa forma, o mapeamento multitemporal de classes pré-definidas de uso da terra tornou-se um fator determinante para a compreensão dos efeitos dos impactos antropogênicos sobre as florestas primárias remanescentes,

formações secundárias e outras. Sendo a abertura de rodovias um fator crucial.

Objetivo do trabalho foi determinar e analisar a dinâmica do uso da terra na área de influência da rodovia BR-163, entre o trecho da parte Oeste do estado do Pará e Norte do Mato Grosso.

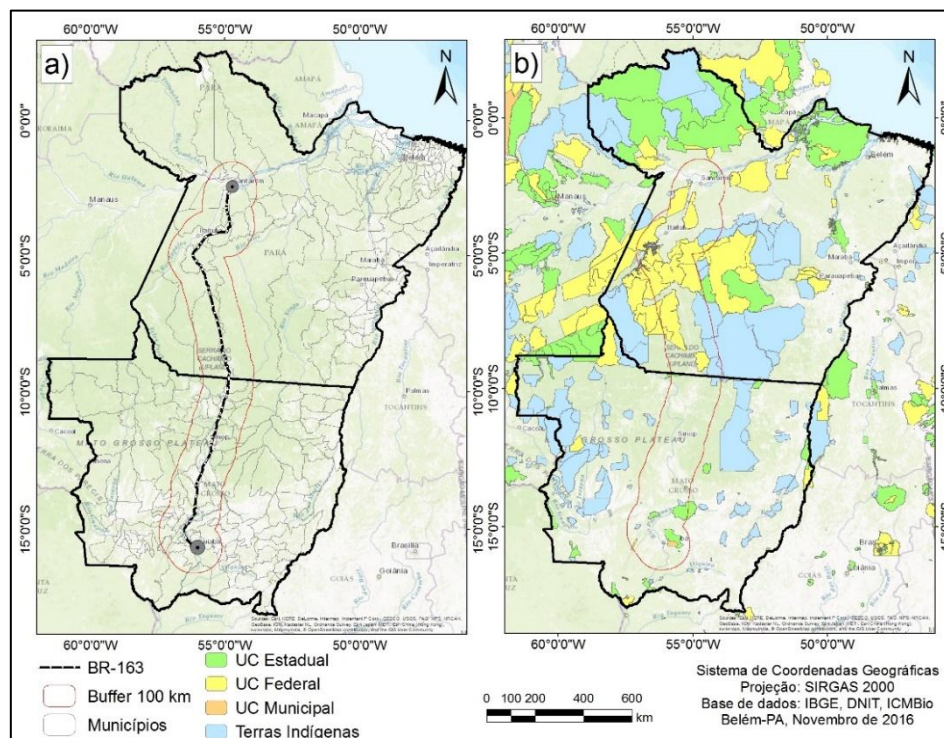
## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da Área de Estudo

Nesta pesquisa foram utilizados dados a respeito do uso e ocupação do solo obtidos por meio do projeto TerraClass do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Amazônia Oriental, referente aos anos de 2004, 2010 e 2014, e dados de focos de calor relativos ao mesmo período, do Banco de Dados de Queimadas do INPE. O processamento digital das informações e geração dos mapas temáticos foi auxiliado pelo software *ArcGIS*® 10.1.

A área de abrangência do estudo compreende a zona de influência da rodovia BR-163, no trecho que liga o município paraense de Santarém ao mato-grossense de Cuiabá, com extensão de cerca de 1.799 km. Considerando um *buffer* de 100 km em torno dessa rodovia temos uma área de estudo que compreende aproximadamente 362.975,2 km<sup>2</sup>, abrangendo dezessete municípios paraenses (Alenquer, Altamira, Aveiro, Belterra, Curuá, Itaituba, Jacareacanga, Juruti, Monte Alegre, Novo Progresso, Óbidos, Placas, Prainha, Rurópolis, Santarém, Trairão e Uruará) e cinquenta e cinco municípios do estado de Mato Grosso, conforme observado na Figura 1a.

**Figura 1.** a) Rodovia Cuiabá-Santarém e sua área de influência. b) Unidades de conservação e terras indígenas na área de estudo.



Além dos municípios citados, a área de estudo compreende um número significativo de unidades de

conservação (UC) e de terras indígenas (TI), Figura 1b. Entre UC municipais, estaduais e federais trinta e quatro

estão dentro da área de influência adotada, sendo duas municipais, treze estaduais e dezenove federais. Também, existem dezoito áreas de TI que estão dentro do *buffer* da região de influência. A maioria das UC e TI inseridas nessa região estão localizadas na porção sudoeste do estado do Pará, com outras de extensão territorial menor na parte central de Mato Grosso.

### **Uso e Ocupação da Terra**

A análise do uso do solo na Amazônia legal conta com uma ferramenta importante, o projeto TerraClass, que visa a qualificação dos tipos de atividades que ocorrem para contribuição do desflorestamento (INPE, 2016).

No estudo da BR-163, mais especificamente no trecho que vai de Cuiabá até Santarém, foi feita uma *buffer* de 100km da via, para identificação das áreas de influência da rodovia. Na aquisição de dados foi utilizada a base do projeto TerraClass, dos estados do Pará e Mato Grosso, disponibilizados pelo INPE. Após tais etapas, foi realizado o recorte dos dados na BR-163 para a quantificação dos mesmos e a confecção dos mapas temáticos.

O período de estudo abrange os anos de 2004, 2010, 2014, respectivamente, visando verificar as alterações no decorrer desses intervalos temporais. Na criação dos mapas, foi utilizado a ferramenta *merge*, da estrutura *ArcToolbox*, presente no *ArcMap*; que agrega diferentes *shapefiles* em somente um, mas conserva suas informações individuais (ESRI, 2016). Essa técnica foi aplicada para cada um dos anos analisados, e com isso foi calculada a área total de cada classe dentro da área estudada, por ano, utilizando a ferramenta *calculate geometry e summarize*, para organizar os dados por classe e gerar uma tabela; ambos presentes na tabela de atributos do *shape*.

### **Focos de Calor**

Para a análise de focos de calor foi utilizado os dados do Banco de Dados de Queimadas ([www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas](http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas)), disponibilizado no site do INPE no formato *shapefile*. Primeiramente, foram selecionados os estados em que os municípios da Cuiabá-Santarém estão localizados, para a aquisição dos

dados de focos de calor no site do INPE, sendo eles os estados do Pará e Mato Grosso. Posteriormente, foi realizado o recorte dos dados na BR-163 para a quantificação dos dados e a confecção dos mapas.

Foram utilizados os satélites da série NOAA (*National Oceanic & Atmospheric Administration*), AQUAA, TERRA, ATSR (*Along Track Scanning Radiometer*), GOES-12 (*Geostationary Operational Environmental Satellite*), METEOSAT (*Meteorological Satellite*) e TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Para a análise dos resultados foi utilizado o método da densidade de *Kernel*, no qual foi dividido em cinco classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Esse método estatístico estima a densidade pela suavização, servindo para identificar os focos de calor e, facilitando assim a sua análise (RAMOS, 2014).

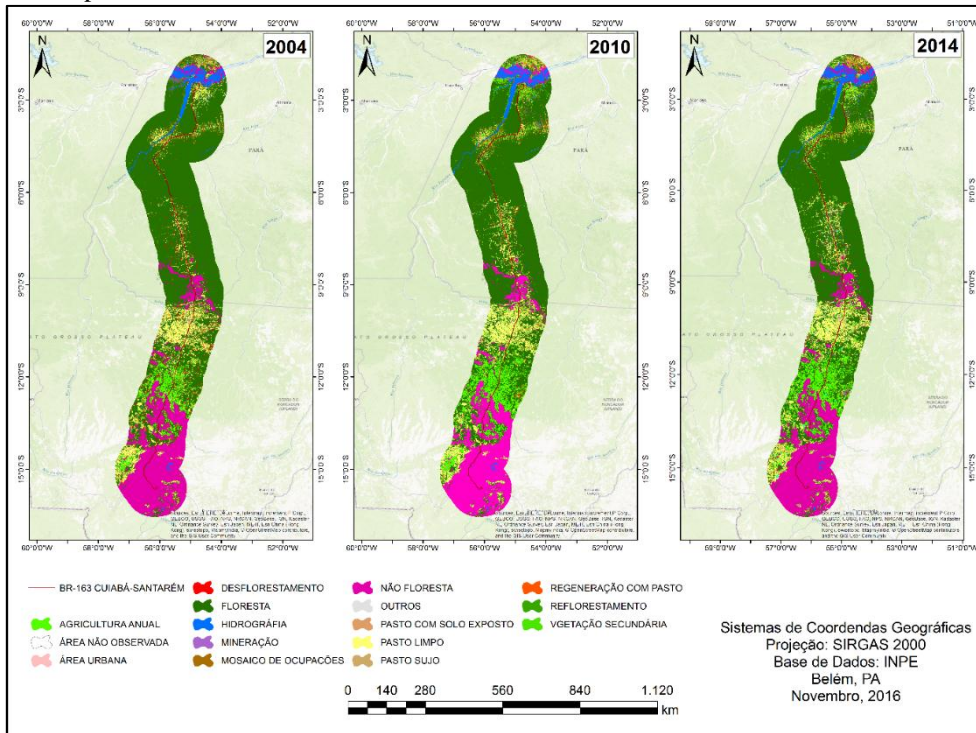
Após detectar os focos de calor, esses dados foram associados aos dados do uso do solo do projeto TerraClass, na qual foram totalizados a quantidade de focos de calor em cada tipo de uso e ocupação do solo. Sendo que a classe Não Floresta foi agrupada a classe Floresta e as Classes Regeneração com Pasto, Pasto Sujo, Pasto Limpo e Pasto com Solo Exposto foram agrupadas em uma única classe denominada de Pastagem. Para tratamento e análise dos resultados foi utilizado o software *ArcGIS*® 10.1.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Dinâmica de Uso e Ocupação da Terra na Área de Influência da BR-163**

A área de influência em função das ocupações pode ser observada na Figura 2, em que as classes de pastagem apresentaram crescimento no decorrer do tempo, assim como a agricultura. Segundo Fearnside (2002) isso possivelmente possa estar relacionado as atividades econômicas e a produção primária realizadas nesses locais. Essas mudanças são mais evidentes no território do Mato Grosso, pois no entorno na BR-163 no estado do Pará, é amplamente povoado por unidade de conservação e proteção, diminuindo a pressão e expansão agrícola (ESPINDOLA et al., 2011).

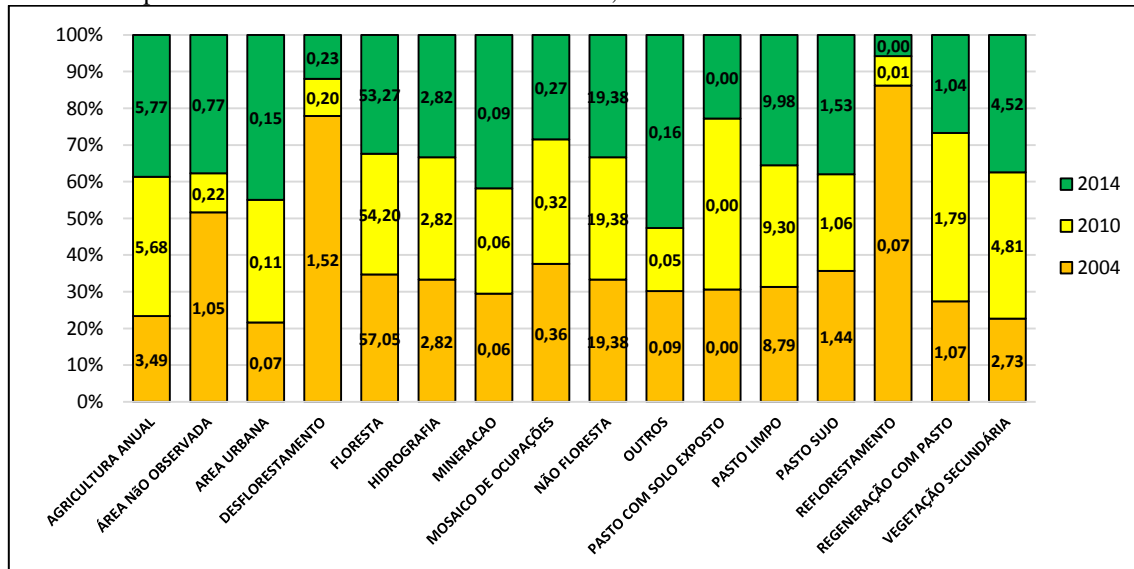
Figura 2. Percentual por classes de uso do solo nos anos de 2004, 2010 e 2014.



Os dados resultantes do agrupamento e quantificação das áreas das classes no trecho Cuiabá-Santarém, mostram que houveram alterações na dinâmica do uso do solo no decorrer do tempo, onde ocorreu uma diminuição de 3,78% de floresta densa (primária), entre 2004 a 2014, o que representa cerca de 13.718 km<sup>2</sup>, equivalente à 17.147.034 campos de futebol desmatados, conforme observado na Figura 3. Um dos motivos que explicam tal

falta, seriam as apropriações ilegais de terras públicas, tanto do estado, quanto da união, como as grilagens, atividade que movimentam um mercado milionário; da pressão exercida pelo advento e expansão de população de forma irregular (IPAM, 2006). Isso contribui para o crescimento ou decréscimo de outras classes, como áreas urbanas, agricultura, pastagens; que crescem, enquanto o reflorestamento decai.

Figura 3. Percentual por classes de uso do solo nos anos de 2004, 2010 e 2014.

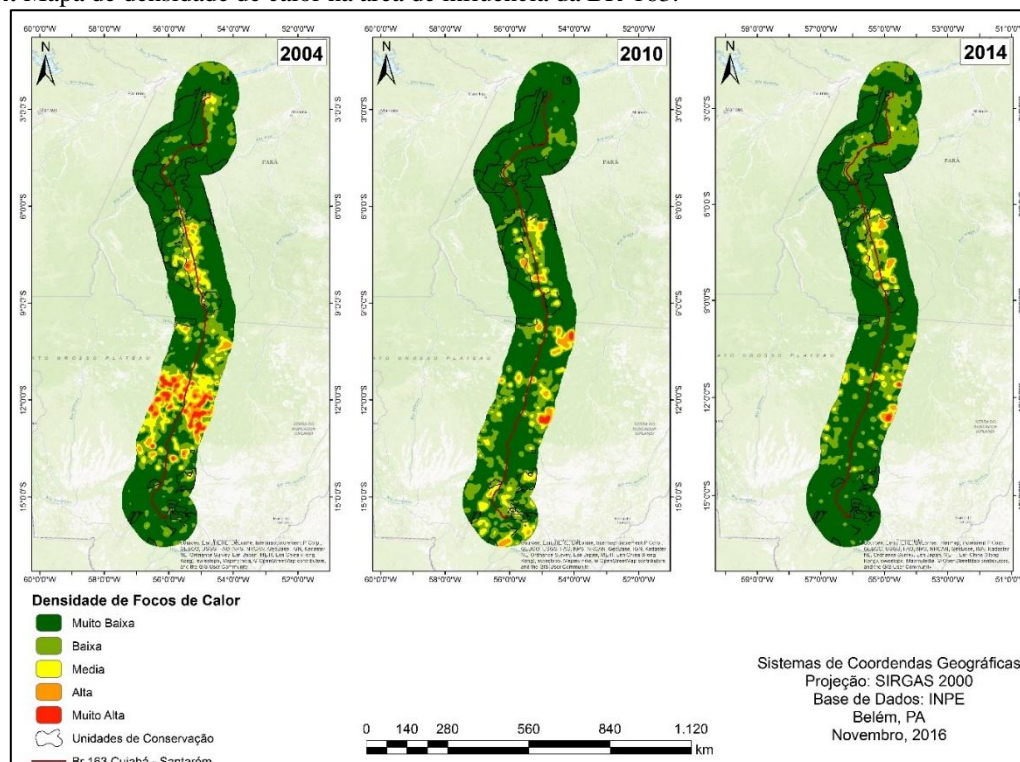


**Focos de Calor por Classe de Uso e Ocupação da Terra**

De acordo com os dados de focos de calor, no período analisado, percebeu-se que houve grande concentração de queimadas na BR-163, apresentando 154.873 focos em 2004, 74.500 em 2010 e 76.678 em 2014. Segundo

Oliveira et al. (2005) a área de influência da BR-163 vem sofrendo com a apropriação ilegal de terras (grilagem), facilitando o acesso de madeireiros e garimpeiros na região, fazendo com que aumente o desmatamento, o número de queimadas e conseqüentemente ocorre a perda da biodiversidade.

Figura 4. Mapa de densidade de calor na área de influência da BR-163.

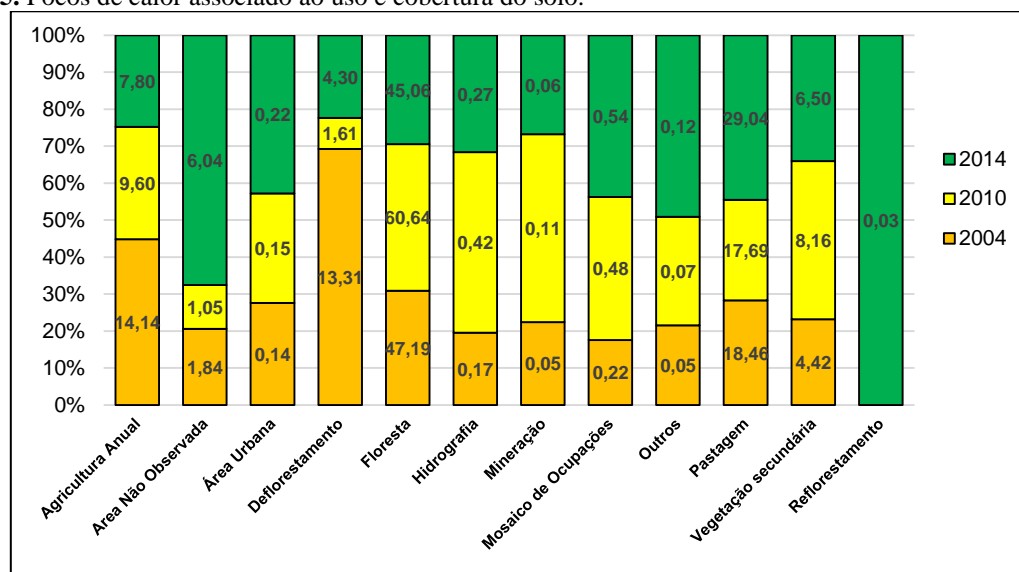


De acordo com a Figura 4, a maior parte dos focos de queimadas está concentrada próxima à rodovia da BR-163, indicando que há uma queda acentuada no desmatamento quanto maior a distância das estradas. Em relação às UC's, as mesmas apresentaram 9.630, 8.299 e 7.256, focos de calor nos anos de 2004, 2010 e 2014, respectivamente. De acordo com Fonseca et al. (2016), o Sistema de Alerta do Desmatamento (SAD), desenvolvido pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), detectou que as áreas protegidas vêm sofrendo grande ameaça e pressão de desmatamento na região próximas da BR-163. Contudo, a maior parte dos focos de calor se concentra ao redor das áreas protegidas, pois as mesmas passam a sofrer maior pressão devido à redução da disponibilidade de terras, aumentando assim o desmatamento.

Outro ponto relevante é em relação a parte da área de influência da BR-163 correspondente ao estado do Pará apresentou uma menor densidade de focos de queimadas em relação ao estado do Mato Grosso, Figura 4, devido à grande presença de unidades de conservação no

estado paraense. O estado do Mato Grosso, segundo Espindola et al. (2011), é um dos maiores produtores de soja do Brasil, sendo essa uma das principais atividades responsáveis pelas queimadas no estado, pois vários produtores utilizam o fogo para a limpeza do solo como forma de preparar o terreno para o plantio desse cultivar agrícola.

Em relação a porcentagem de focos de queimadas associado ao uso do solo, é possível observar por meio da Figura 5, que a maior parte dos focos de calor estão concentradas na Classe floresta, apresentando 60,64 % dos focos no ano de 2010, a classe de Agricultura Anual e Desflorestamento apresentam um total de 14,14% e 13,31%, respectivamente, no ano de 2004 e na classe Pastagem com total de 29,04 % de focos de calor no ano de 2010. Segundo Fearnside (2002) o desmatamento e as queimadas nas florestas da Amazônia são ocasionados, principalmente, para a atividade agropecuária. Portanto, a utilização do fogo na área de influência da rodovia provavelmente está sendo utilizado para o manejo de pastagens e limpezas de áreas para a agricultura.

**Figura 5.** Focos de calor associado ao uso e cobertura do solo.

Os focos de calor, apresentaram um decréscimo de aproximadamente 50 % no período analisado, isso pode ser explicado pelo aumento da fiscalização de órgãos ambientais, como por exemplo, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), INPE, dentre outros que auxiliam no monitoramento ambiental na região, no entanto, na área de influência da BR-163 ainda apresenta uma grande quantidade de focos de queimadas. Segundo Vasconcelos et al. (2005), não se pode afirmar que os números de focos de calor são iguais aos números de queimadas, pois existem alguns fatores que interferem na detecção de focos de calor, apresentando erros na análise, sendo que uns desses fatores são a presença de nuvens e o horário de passagens dos satélites.

## CONCLUSÃO

O uso do solo e as dinâmicas do ambiente, nem sempre estão em concordância, quanto se trata de crescimento populacional e atividade econômicas. Em virtude disso, o acompanhamento do desenvolvimento populacional é importante, pois a partir de tal iniciativa, será possível criar estratégias para contrapor ações, que venham prejudicar o ambiente.

Os impactos ambientais na dinâmica ambiental da área de estudo necessitam de ações mitigadoras. Essas têm a finalidade de atenuar ou reduzir certos impactos em sua área de abrangência e em suas adjacências, possibilitando a conservação do ecossistema e a recuperação de algumas áreas próximas da rodovia BR-163.

A BR-163 perpassa por estados importantes do Brasil, que possuem grande contribuição na produção primária, dessa forma, a via é uma importante zona de escolarmente, e por conseguinte, uma área de atração, seja por moradia, para empreendimentos ou comércio. Como foi mostrado nesse estudo a influência dessas atividades afetam o ambiente natural e biodiversidade na área, po-

dendo trazer consequências, não só para população local, mas para todo o país.

As estimativas mostradas neste trabalho mostram uma relação entre desmatamento, focos de calor (queimadas), agricultura e pecuária no entorno do trecho Cuiabá-Santarém, dados esses, que apesar do esforço do governo brasileiro e dos estados, para coibir, regular e gerenciar as modificações do uso do solo, que vem apresentando resultados, ainda não são o suficiente para parar o ritmo do desmatamento ilegal, mas apenas retarda-lo. Esta atividade avança, pois há um mercado, que o sustenta e gera lucros altos, para banca-lo, mesmo sendo contra a lei.

O desenvolvimento de novas tecnologias de monitoramento, ampliação do corpo de trabalho, que fiscalizam e averiguam as mudanças em loco, alternativas de moradia e desenvolvimento econômico para a população local, melhoria da infraestrutura dos polos urbanos da área e o investimento na educação ambiental, são algumas abordagens, que poderiam ser melhoradas e implementadas, afim de prevenir as ações, que culminam na alteração ambiental, social e econômica dá região.

## REFERÊNCIAS

- Environmental Systems Research Institute (ESRI). General toolset – Merge. 2016. Disponível em: <<http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/data-management/merge.htm>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- Espindola, G. M. et al. Agricultural land use dynamics in the Brazilian Amazon based on remote sensing and census data. *Applied Geography*, v. 32, n. 2, p. 240-252, 2011.
- Fearnside, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados* Vol:16 (44), 2002.
- Fonseca, A. et al. **Ameaça e pressão de desmatamento em Áreas Protegidas: SAD**. Belém: Imazon, 2016.

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). **A grilagem de terras públicas na Amazônia brasileira**. Série Estudos, 8. Brasília, DF: MMA, 2006. 108 p. ISBN 85-87166-94-8.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **TerraClass levantamento de informações de uso e ocupação da terra na Amazônia**. Disponível em: <[http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/dados\\_terraaclass.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraaclass.php)>. Acesso em: 16 out. 2016.

Margulis, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100 p.

Oliveira, A. U. et al. BR-163 Cuiabá-Santarém: Geopolítica, grilagem, violência e mundialização. In: Torres, M. (Org.). **Amazônia Revelada: os descaminhos ao longo da BR-163**. Brasília, DF: CNPq, 2005. p. 69-181.

Ramos, C. L. M. Análise temporal dos focos de queimadas no estado do Rio Grande do Sul nos últimos cinco anos. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 7., 2014, Vitória. **Anais...** São Paulo: AGB, 2014. Artigos. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-98539-04-1. Disponível em: <<http://www.cbg2014.agb.org.br>>. Acesso em: 30 out. 2016

Soares-Filho, B. S. et al. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 54, n. 19, p. 137-152, 2005.

Vasconcelos, S. S. et al. Evolução de focos de calor nos anos de 2003 e 2004 na região de Madre de Dios/Peru –Acre/Brasil – Pando/Bolívia (MAP): uma aplicação regional do banco de dados INPE/IBAMA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3411-3417. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.12.39>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

Venturieri, A. et al. **Zoneamento ecológico-econômico da Zona Oeste do Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 386 p.