



Análise temporal da variação da cobertura vegetal pela ação do fogo no município de Lábrea (AM).

Luís Antônio de Araújo Pinto^{1*}; Francisco Alves da Silva¹; ¹Universidade do Estado do Amazonas – UEA; *E-mail: lpinto@uea.edu.br

ABSTRACT

The present work aimed to analyze and quantify the areas of fire occurrence and the consequences of its action on vegetation, in the territory of Lábrea, southern region of the Amazonas state. Operational Land Imager (OLI) sensor scenes were used aboard the Landsat 8 satellite, from August and September of 2014 and 2015. These scenes were treated using remote sensing techniques, divided into two stages: (1) pre-processing (radiometric calibration, atmospheric correction, reflectance conversion and noise removal); (2) post-processing (vegetation index generation: Normalized Difference Vegetation Index - NDVI, Normalized Burn Index - NBR, image composition, interpretation, mapping, quantification and spectral behavior of vegetation). Heat source data from the Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) burn monitoring program were also used. The results demonstrated the high increase of hot spots in 2015, compared to 2014. The location with the highest concentration of hot spots was in the Assentamento Monte project. The use of NDVI and NBR vegetation indices showed the potential in the identification and mapping of burned areas. Comparison of hot spots with areas of effective burn demonstrated the inaccuracy of the location of the burn monitoring sensors. The total estimated burned areas in two different areas of the Lábrea municipality (AM) were 1,174.37 ha and 12,761.26 ha in August and September 2014, respectively, and 22,403.86 ha and 23,320.71 ha in August and September 2015, respectively. Through the spectral behavior of the vegetation it was noticed that the alteration of the surface reflectance after a burn, reflecting larger amount of energy in the red and blue bands. The results show that the largest amount of hot spots and burnt areas are in settlement project areas, and that the NBR vegetation index has the greatest potential to distinguish burnt areas from other vegetation types. The spectral response of the surface changes with burning events in which the red band showed higher sensitivity.

Key words: remote sensing, vegetation index, Burning, Spotlights Heat.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar e quantificar as áreas de ocorrência de fogo e as consequências de sua ação sobre a vegetação, na área de abrangência do município de Lábrea, na região do sul do Estado do Amazonas. Foram utilizadas cenas do sensor Operational Land Imager (OLI) a bordo do satélite Landsat 8, dos meses de agosto e setembro de 2014 e 2015, estas cenas foram tratadas por meio de técnicas de sensoriamento remoto, divididas em duas etapas: (1) pré-processamento (calibração radiométrica, correção atmosférica, conversão de valores de reflectância e remoção de ruídos); (2) pós-processamento (geração de índices de vegetação: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI, Índice de Queimada Normalizada – NBR, composição de imagens, interpretação, mapeamento, quantificação e comportamento espectral da vegetação). Também foram utilizados dados de focos de calor do programa de monitoramento de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os resultados demonstraram o elevado aumento de focos de calor no ano de 2015, em relação ao ano 2014. A localização com maior concentração de focos foi no Projeto de Assentamento Monte. O emprego dos índices de vegetação NDVI e NBR mostraram o potencial na identificação e mapeamento de áreas queimadas. A comparação dos focos de calor com áreas de efetiva queimada demonstrou a imprecisão da localização dos sensores de monitoramento de queimadas. A estimativa total das áreas queimadas em duas diferentes áreas do município de Lábrea (AM) foram 1.174,37 ha e 12.761,26 ha, em agosto e setembro de 2014, respectivamente, e 22.403,86 ha e 23.320,71 ha, em agosto e setembro de 2015, respectivamente. Por meio do comportamento espectral da vegetação notou-se a alteração da reflectância da superfície após uma queimada, refletindo maior quantidade de energia nas faixas do vermelho e azul. Com os resultados constatou-se que a maior quantidade de focos de calor e áreas queimadas estão em áreas de projetos de assentamento, e que o índice de vegetação NBR tem maior potencial para distinguir áreas queimadas de outros tipos de vegetação. A resposta espectral da superfície se altera com eventos de queimada nos quais a faixa do vermelho apresentou maior sensibilidade.

Palavras chave: Sensoriamento Remoto, Índices de Vegetação, Queimadas, Focos de Calor.

INTRODUÇÃO

Na região Amazônica, a utilização de fogo para a abertura de áreas para agricultura e pecuária é comum, pois o fogo é uma prática simples e de baixo custo. Esta prática ocasiona perda de biodiversidade e erosão do solo, além de causar mudanças climáticas (COCHRANE, 2000; VASCONCELOS, 2012; VINAGRE, 2013; SOUZA e ALVES, 2017).

O processo de queima da vegetação altera a superfície atingida, culminando em cicatrizes capazes de serem identificadas através de imagens de satélite, com isso pode-se estimar áreas afetadas pelo fogo, com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Dados obtidos por sensores orbitais podem mostrar a mudança da vegetação com alterações temporais das imagens, antes e depois da ação das queimadas, realizando uma análise visual comparativa e emprego de índices de vegetação sendo capaz de observar a diminuição da clorofila, alterando a reflectância da radiação na superfície (ROSAN e ALCÂNTARA, 2015).

O monitoramento da ação do fogo na região Amazônia assume significativa importância devido as mudanças ambientais que vêm causando ao longo das últimas décadas causando transformação da vegetação e do clima, apresentando períodos de estagem mais prolongados.

O acompanhamento das áreas remotas e com difícil acesso podem ser auxiliadas por meio de técnicas de sensoriamento remoto, desta forma contribuindo na prevenção e controle incêndios florestais, e também no planejamento e nas medidas de mitigação das queimadas, a serem utilizadas por órgãos fiscalizadores do governo.

OBJETIVOS

- Analisar o comportamento da vegetação por meio dos índices de vegetação NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e NBR (Índice de Queimada Normalizada);
- Mapear os pontos de ocorrência de fogo na área de abrangência do município de Lábrea;
- Determinar o tamanho das áreas de ocorrência de fogo, mapeadas na área de abrangência do município de Lábrea;
- Avaliar a variação temporal do comportamento espectral da vegetação.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Lábrea está localizado no sul do Estado do Amazonas, às margens do Rio Purus, a 610 km em linha reta da capital Manaus, com coordenadas geográficas 07°15'32" de latitude Sul e 64°47'52" de longitude a Oeste (Figura 1). A área territorial do município é 68.262,696 km², com uma população de aproximadamente de 44.071 habitantes (IBGE, 2017).

A vegetação é formada por Floresta ombrófila densa, Floresta ombrófila aberta, Áreas de formações pioneiras, Área de tensão ecológica e Savana. Os tipos de solos encontrado são Plintossolo Háplico, Gleissolo Háplico, Espodossolo Ferrocárbico, Argilossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo (IBGE, 2005; IBGE, 2010).

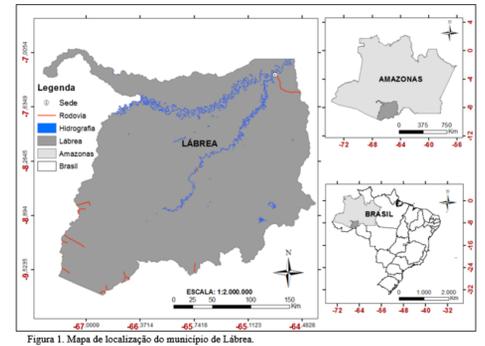


Figura 1. Mapa de localização do município de Lábrea.

RESULTADOS

QUANTIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS FOCOS DE CALOR

Os números de focos de calor nas datas propostas pelo estudo foram de 879 focos no período de 01 a 21 de agosto de 2014 e 1303 focos no período de 01 a 29 de setembro de 2014. No ano seguinte, foram registrados 5985 focos do dia 01 a 08 de agosto de 2015 e 2557 focos do dia 01 a 16 de setembro de 2015 (Figura 2). Destaca-se o aumento do número de focos no ano de 2015 em relação a 2014, neste mesmo ano (2015) o INPE registrou a maior quantidade de focos de calor no estado do Amazonas desde 1998 quando iniciou-se o monitoramento de queimadas e incêndios florestais no país.

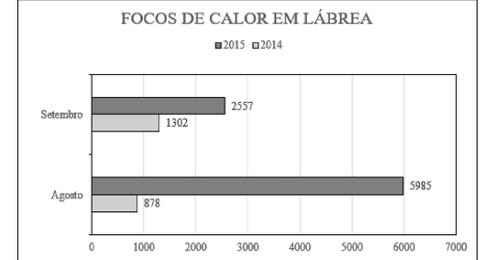


Figura 2. Quantidade de Focos de Calor em diferentes datas no município de Lábrea (Dados de todos os sensores de monitoramento de queimadas).

QUANTIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS FOCOS DE CALOR

Os resultados obtidos na aplicação da ferramenta da análise espacial de Kernel Density possibilitaram a observação da distribuição espacial dos focos de calor nos meses de agosto e setembro para os anos de 2014 e 2015 (Figuras 3 e 4).

Por meio de mapa de densidade foi possível delimitar duas áreas distintas do município de Lábrea para a análise proposta neste trabalho, realizando a comparação dos focos de calor e quantificação das áreas queimadas e a geração dos índices NDVI e NBR. As áreas foram denominadas de Área 1 tendo cerca de 482.092,53 ha e Área 2 com cerca de 505.830 ha. A Área 1 abrange a sede do município, o trecho da rodovia BR-230 (Transamazônica), uma parte da área da unidade de conservação RESEX do Médio Purus e dois projetos de assentamento (PA PACIA e PA UMARI). A Área 2 compreende a região de divisão entre os municípios de Lábrea e Boca do Acre, contendo um projeto de assentamento (PA MONTE) e parte da unidade de conservação FLONA Iquiri.

RESULTADOS

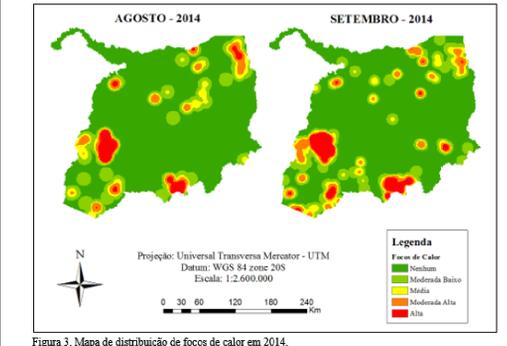


Figura 3. Mapa de distribuição de focos de calor em 2014.

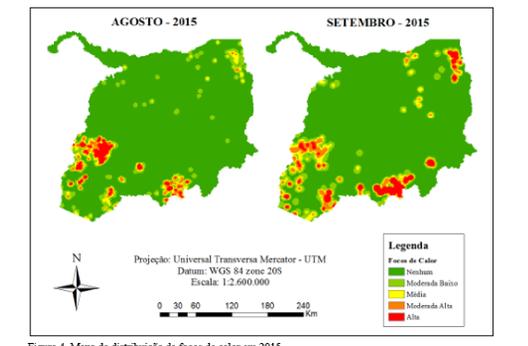


Figura 4. Mapa de distribuição de focos de calor em 2015.

ANÁLISE DA DETECÇÃO DE FOCOS NAS ÁREAS FEDERAIS

A partir dos dados de focos de calor, foi possível quantificar o número de focos ativos dentro das Unidades de Conservação (UC) e Projeto de Assentamento (PA) do Incra no município de Lábrea nos meses de agosto e setembro (2014 e 2015) (Quadro 1).

CATEGORIA	NOME	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA EM LÁBREA (ha)	Focos de Calor (2014)		Focos de Calor (2015)		TOTAL (2015)
				AGO	SET	AGO	SET	
Unidades de Conservação de Proteção Integral	FLONA Iquiri	1.476.000,00	1.476.000,00	7	13	20	43	70
	RESEX Inari	776.942,29	551.530,42	11	4	15	5	14
Unidades de Conservação de Uso Sustentável	RESEX do Médio Purus	605.501,61	605.501,61	2	9	11	11	22
	PA Monte	124.918,61	114.703,28	311	348	659	2039	404
Projeto de Assentamento	PA Pacia	2.849,01	2.849,01	0	4	4	3	6
	PA Umari	9.389,10	9.389,10	14	8	22	31	30
Projeto de Desenvolvimento Sustentável	PDS Guedelo	11.874,82	11.874,82	2	23	25	45	57
	Jurisdição Federal	Total	4.784.475,44	3.663.958,26	349	459	808	2179

Quadro 1. Quantidade de Focos de calor nas Unidades Federais.

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

Na Área 1, os valores de NDVI variaram de 0,754078 a -0,666062, as cores de tons de verdes representam a vegetação, já cores de amarelo até vermelho representam áreas de solo exposto e área urbana. Os valores de NBR na variação de 1 a -0,41633, apresentaram-se com cores diferentes do NDVI, a vegetação se caracterizou com coloração num verde mais claro, próximo do amarelo, o solo exposto e área urbana se apresentaram na cor vermelha com maior constante em relação ao NDVI. Em setembro observe-se uma cena mais nítida em relação a de agosto com diminuição do brilho na área urbana e solo exposto. Os valores de NDVI variaram de 0,84969 a -0,651763, já os valores de NBR variaram de 1 a -0,741572. Na cena de agosto de 2015 na composição de cores naturais (RGB-432) observa-se uma fumaça ao norte da sede do município que se caracteriza como uma queimada. Os valores de NDVI variaram de 0,8511 a -1 e os valores de NBR variaram de 1,06966 a -1, é nítida a mudança na área aonde se origina a fumaça a partir dos índices. A área apresentou coloração em amarelo nas bordas no NDVI e no centro com coloração vermelha. No NBR, as queimadas apresentaram-se na cor vermelha e vegetação com tons de verde claro (Figura 5).

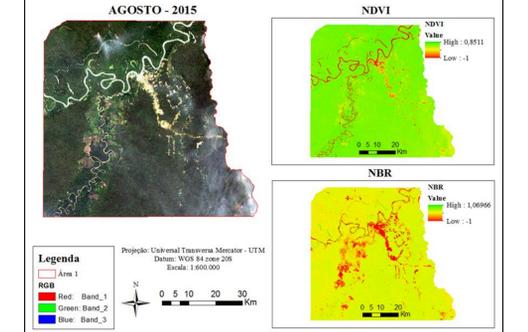
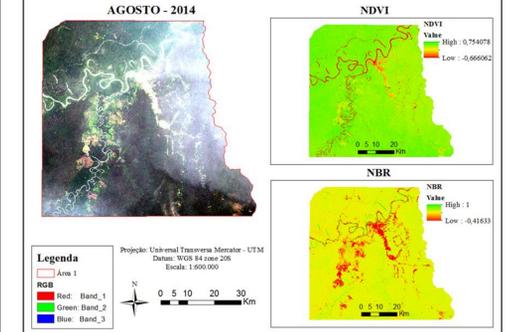


Figura 5. Índice de vegetação NDVI e NBR em agosto de 2014 e 2015, na Área 1.

Na Área 2, localizada no sudoeste do município de Lábrea, na divisa com município de Boca do Acre, área que faz parte do assentamento do INCRA (PA Monte) é onde se concentra a maior frente de desmatamento no município (Figura 6). Na imagem de agosto de 2014 a presença de nuvens dificultou a interpretação e geração dos índices de vegetação, os valores de NDVI variaram de 1 a -1, e os valores de NBR variaram de 0,642336 a -0,362872. Em setembro de 2014 a imagem teve uma grande quantidade de nuvens e também houve uma elevada quantidade de fumaça de queimada. Observou-se na composição de imagem (RGB-432) a mudança das cores no mês de setembro comparado ao mês de agosto, e a presença de cicatrizes na superfície causadas pela queimada de biomassa, caracterizada na coloração em tons de violeta. Os valores de NDVI variaram de 1 a -0,583333 e os valores de NBR variaram de 1 a -0,847402.

A cena da área 2 de agosto de 2015 apresenta uma maior nitidez da superfície estudada, o que possibilita distinguir as áreas de vegetação das áreas de solos expostos e áreas queimadas. Os valores de NDVI variaram de 1 a -0,910954, o NBR variou de 1 a -0,599791, os dois índices tiveram pouca diferença em relação ao gradiente de cores e assim as queimadas se apresentaram com cor de vermelho mais intenso, o solo exposto com cor pouco mais alaranjada.

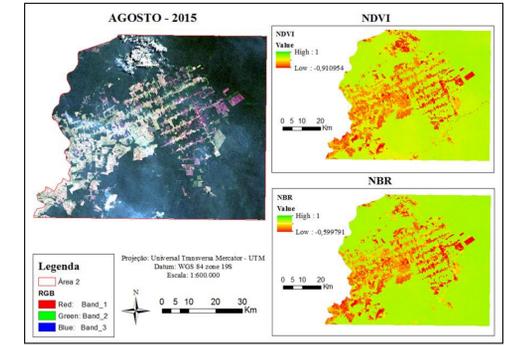
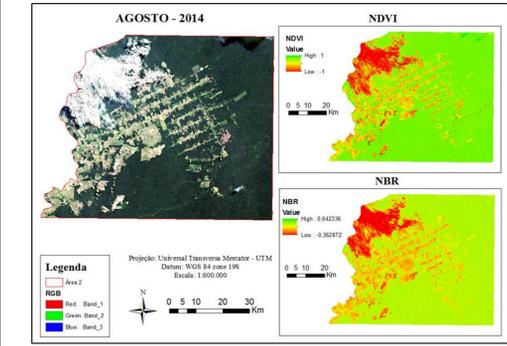


Figura 6. Índice de vegetação NDVI e NBR em agosto de 2014 e 2015, na Área 2.

CONCLUSÃO

A utilização dos índices de vegetação NDVI e NBR foram eficientes na identificação de cicatrizes de queimadas, apesar de alguns problemas relacionados a efeitos da atmosfera dificultarem a interpretação das imagens na composição RGB-432. Desta forma, o uso desses índices permite distinguir diferentes alvos considerando a existência desses problemas. O índice NBR apresentou melhor resultado na diferenciação de áreas queimadas para solo exposto e pastagem, sendo uma importante ferramenta para quantificação de áreas queimadas.

A interpretação e mapeamento não mostraram tanta eficiência na quantificação de áreas queimadas, devido à grande presença de nuvens e efeitos atmosféricos dificultando a estimativa das áreas queimadas. Porém, esta metodologia pode ser utilizada para pequenas áreas, com auxílio de índices de vegetação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COCHRANE, M.A. O grande incêndio de Roraima. Ciência Hoje. Vol. 27 nº 157. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de Solos do Brasil. 2010. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos.html>. Acesso: em 23 de maio de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de Solos do Brasil. 2005. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/vegetacao.html>. Acesso em 23 de maio de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Dados de Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/am/labrea/panorama>. Acesso em 17 de abril de 2017.

ROSAN, T.M.; ALCÂNTARA, E. Detecção de áreas queimadas e severidade a partir do índice espectral NBR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa, PB. Anais...João Pessoa: INPE, 2015. p. 0526-0533.

SOUZA, I.M.P.; ALVES, M.V.G. Quantificação da área queimada no estado do Tocantins no período de 2003 a 2011 utilizando imagens do satélite TM/Landsat-5. Revista Desafios, v. 03, n. Especial, 2017.

VASCONCELOS, S.S. Incêndios florestais e queimadas no Amazonas: distribuição, suscetibilidade e emissões de carbono. Tese (Doutorado em Ciências Florestais Tropicais). INPA – Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia. Manaus. 2012.

VINAGRE, J. Detecção de áreas queimadas através de séries temporais MODIS no interior da RPPN Serra do Tombador e o Parque Nacional Chapadas do Veadeiros – GO. 2013. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

