

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES NO ESTOQUE DE CARBONO DEVIDO ÀS QUEIMADAS NO CERRADO ENTRE 2002 E 2008

ANALYSIS OF CHANGES IN CARBON STOCK DUE TO FIRES IN CERRADO BETWEEN 2002 AND 2008

Gabriel Bertani¹, Liana Oighenstein Anderson¹, Antônio Roberto Formaggio¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Av. dos Astronautas, 1758, 12.227-010 - São José dos Campos, SP, Brasil, gabrielb@dsr.inpe.br, liana@dsr.inpe.br, formag@dsr.inpe.br

RESUMO

O presente estudo buscou compreender como os processos de queima alteraram o estoque de carbono no Cerrado brasileiro, no período compreendido entre os anos de 2002 e 2008. Através de ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, foram analisadas as relações entre um conjunto de variáveis relacionadas ao clima, vegetação, alterações antrópicas e ocorrência de fogo na área em estudo, as quais determinaram a influência dos processos de queima na retirada de biomassa da região. As queimas abrangeram cerca de 1.648.746 de hectares de áreas desmatadas do Cerrado no período. Esse processo removeu cerca de 266.751.627 toneladas de carbono, relativos às áreas de biomassa viva acima do solo e também às de biomassa abaixo do solo. As anomalias negativas verificadas das chuvas em 2007 podem ter contribuído para as queimadas nesse período, onde ocorreram as maiores alterações na biomassa em áreas desmatadas e queimadas.

Palavras-chave: Biomassa, carbono, sensoriamento remoto.

ABSTRACT

This study sought to understand how the processes of burning altered the carbon stock in the Brazilian Cerrado, in the period between 2002 and 2008. Using GIS and Remote Sensing tools, analyzes of relationships between a set of variables related to climate, vegetation, change due to anthropogenic actions and fire occurrence in the study area were performed, which determined the influence of burning processes on removal of biomass in this region. The burns covered about 1.648.746 ha of the deforested areas in Cerrado in the study period. This process removed about 266.751.627 tons of carbon, relative to areas of above-ground live biomass and also to below-ground biomass. The verified negative anomalies of rainfall in 2007 may have contributed to the fires in this period, where the largest changes occurred on biomass in deforested and burned areas.

Keywords: Biomass, carbon, remote sensing.

INTRODUÇÃO

O Dióxido de Carbono (CO₂) é o principal gás de efeito estufa emitido pela ação antrópica, cuja principal fonte é relacionada à queima de combustíveis fósseis, que representa cerca de 75% do total de emissões desse gás (HOUGHTON e RAMAKRISHNA, 1999). Os outros 25% correspondem às emissões devidas às mudanças no uso e ocupação do solo. Apesar de a liberação global de CO₂ para a atmosfera por parte dos combustíveis fósseis ser maior, as emissões relacionadas às mudanças no uso e ocupação do solo são proporcionalmente mais importantes para os países que não pertencem ao grupo “Annex I Parties”, do *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC. Nos países tropicais que compõe esse grupo, a liberação de Carbono devida às mudanças no uso e ocupação do solo é ainda mais significativa. O que explica essa tendência é a grande quantidade de áreas desmatadas para o uso agrícola nessa região.

Compondo o grupo citado e também situado em uma região tropical, o Brasil é um dos países com maior potencial de contribuição para a redução das emissões de gases de efeito estufa no mundo. Dessa forma, foi

implantado no Brasil o Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, em 2009. O PNMC é constituído por uma série de diretrizes que buscam reduzir as emissões de gases de efeito estufa devido à ação antrópica. Entre as formas de atingir esse objetivo, destaca-se a meta da redução sustentada do desmatamento em todos os biomas brasileiros, até que se atinja um desmatamento legal igual à zero. Baseando-se nessas proposições, o governo criou o Programa de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS, que busca quantificar as taxas de desmatamento e auxiliar na fiscalização e redução desse processo.

As florestas constituem reservatórios ou sumidouros de carbono, cujo estoque na vegetação e no solo dá-se pela remoção de CO₂ da atmosfera por meio do processo de fotossíntese. Entre os biomas brasileiros, destaca-se o Cerrado, com uma extensão de aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados. Porém, esse bioma tem passado por um intenso processo de devastação nas últimas décadas. Segundo Ferreira *et al.* (2007), o aumento da exploração agrícola foi responsável por cerca de 40% da conversão das áreas originais do Cerrado. De acordo com esses autores, o desmatamento desse bioma irá aumentar em mais de 14% até 2050, o que reduziria a área original para aproximadamente 1 milhão de km². Além disso, o Cerrado é reconhecido pela notável importância ecológica que possui, pois é caracterizado por abrigar grande biodiversidade, representando cerca de 5% e 33% da diversidade da fauna mundial e da biota brasileira, respectivamente (ALHO e MARTINS, 1995; BITENCOURT *et al.*, 2001). Mendonça *et al.* (1998) estimam que haja cerca de seis mil espécies vegetais vasculares no Cerrado. A relevância ecológica desse bioma o tornou um dos 25 *hotspots* de biodiversidade do Planeta (MYERS *et al.*, 2000).

Considerando a grande extensão do cerrado e a diversidade genética que esse bioma abriga, além da necessidade de redução nas emissões de CO₂, é importante relacionar as mudanças no uso e ocupação do solo com as variações nos índices de biomassa causadas por esse processo. Dessa forma, o presente estudo possui o objetivo de analisar as perdas de biomassa e Carbono entre 2002 a 2008 no Cerrado brasileiro, relacionando as áreas desmatadas com a ocorrência de queima nesse período. Para realizar essa tarefa, foram utilizados dados de Sensoriamento Remoto e ferramentas de geoprocessamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a quantificação de biomassa, foram utilizados dados do *Jet Propulsion Laboratory*, do *California Institute of Technology* – US, vinculado à *National Aeronautics and Space Administration* – NASA. Foram obtidos dois dados *raster*, com cobertura de todo o País. Esses dados fazem a quantificação da Biomassa Viva Acima do Solo (*Above Ground Live Biomass* – AGLB) e da Biomassa Abaixo do Solo (*Below Ground Biomass* - BGB). Ambas as medidas são dadas em toneladas por hectare. Os dados das áreas queimadas foram obtidos a partir do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Já o indicativo das áreas desmatadas foi disponibilizado pelo PMDBBS. Por fim, os valores de precipitação foram obtidos de dados do *Tropical Rainfall Measuring Mission* – TRMM.

Através da análise espacial e de um conjunto de operações zonais (ESRI, 2010) sobre os dados, foram obtidas as áreas onde ocorreram desmatamento e queima entre 2002 a 2008. A intersecção dessas áreas possibilitou a diferenciação dos locais quanto à ocorrência de regeneração ou não após o processo de queima. Posteriormente, foram extraídas as quantidades de AGLB e CB desses locais, com o intuito de determinar as alterações no estoque de Carbono causadas pelo fogo. Com base no estudo de Houghton (1999), a quantidade de carbono foi considerada como 50% do valor de biomassa obtida. Além disso, as queimadas foram relacionadas com os valores de precipitação obtidos no período e as anomalias observadas para cada mês. As anomalias foram determinadas através da relação de cada mês com as respectivas médias e desvios-padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Entre 2002 e 2008, foram desmatados 6 887 143 hectares, dos quais ocorreram queimas em 1 648 746 hectares (cerca de 24%). A quantidade total de Carbono removido pelo processo de desmatamento foi igual a 266 751 627 toneladas. Levando-se em consideração apenas a quantidade de Carbono retirada das áreas onde houve queima/desmatamento, o resultado foi igual a 58 354 815 toneladas. Esse valor é relacionado aos locais onde houveram queimadas e a vegetação não se regenerou no período ou foi convertida em outros tipos de usos do solo, como agricultura ou pastagens. A Figura 1 mostra a distribuição espacial das áreas onde ocorreram queimadas e onde houve a intersecção das áreas queimadas com os locais onde foi verificado o desmatamento.

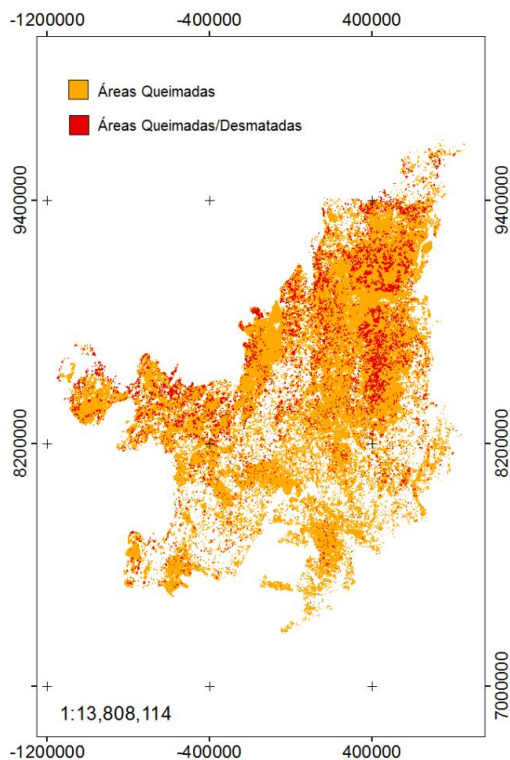


Figura 1. Áreas de queimada e locais onde foram observados desmatamento e queimas.
 Figure 1. Burned areas and regions where deforestation and burning were observed.

As queimadas coincidiram com os períodos de seca no cerrado, de junho a setembro. A Figura 2 faz a comparação entre as chuvas médias do período em estudo. É possível observar que o período onde ocorreram mais queimadas corresponde aos meses de julho a setembro de 2007, com uma área queimada de quase 90.000 Km², onde o total de biomassa removido nesse ano foi igual a 27.732.411 de toneladas. As chuvas médias desse período não passaram de 50 mm.

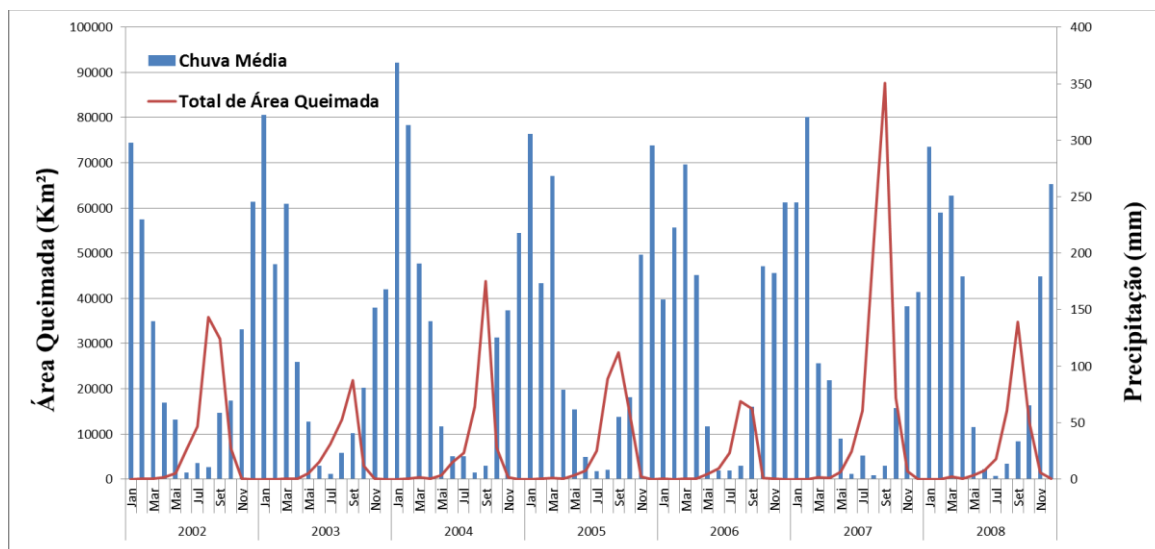


Figura 2. Comparação entre as chuvas médias e o total de áreas queimadas de 2002 a 2008.
 Figure 2. Comparison between the average rainfall and the total burned areas from 2002 to 2008.

Praticamente todas as queimadas ocorreram com uma chuva média mensal inferior a 50 mm. Isso pode ser observado na linha de tendência mostrada na Figura 3. A partir de 150 mm foram observados apenas alguns focos de queima, cujas áreas foram próximas à zero.

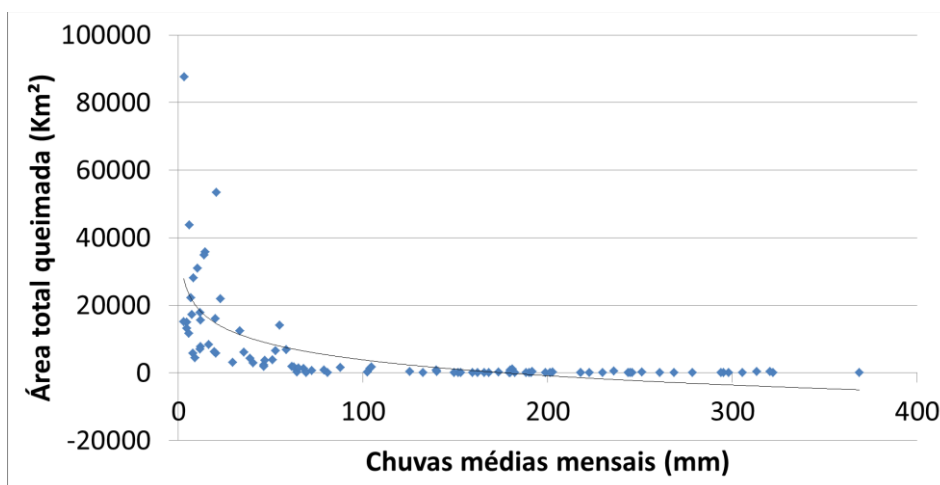


Figura 3. Gráfico de dispersão entre as áreas queimadas e as chuvas médias mensais.

Figure 3. Scatterplot of the burned areas and monthly rainfall averages.

A partir da análise da Figura 4, verifica-se que em 2007 ocorreu uma anomalia negativa de chuvas, próxima a 1,5 e uma anomalia positiva de queimadas superior a 2, entre agosto e outubro, o que ajuda a explicar o alto índice de queimadas observado nesse ano. É possível observar que em 2002 também houve uma grande anomalia positiva de queima, no período de seca desse ano, juntamente com anomalias negativas de chuva. No início de 2006, assim como em março de 2008, foram observadas anomalias positivas tanto de chuva quanto de queimadas, o que indica que os focos observados podem ter sido predominantemente causados pela ação antrópica.

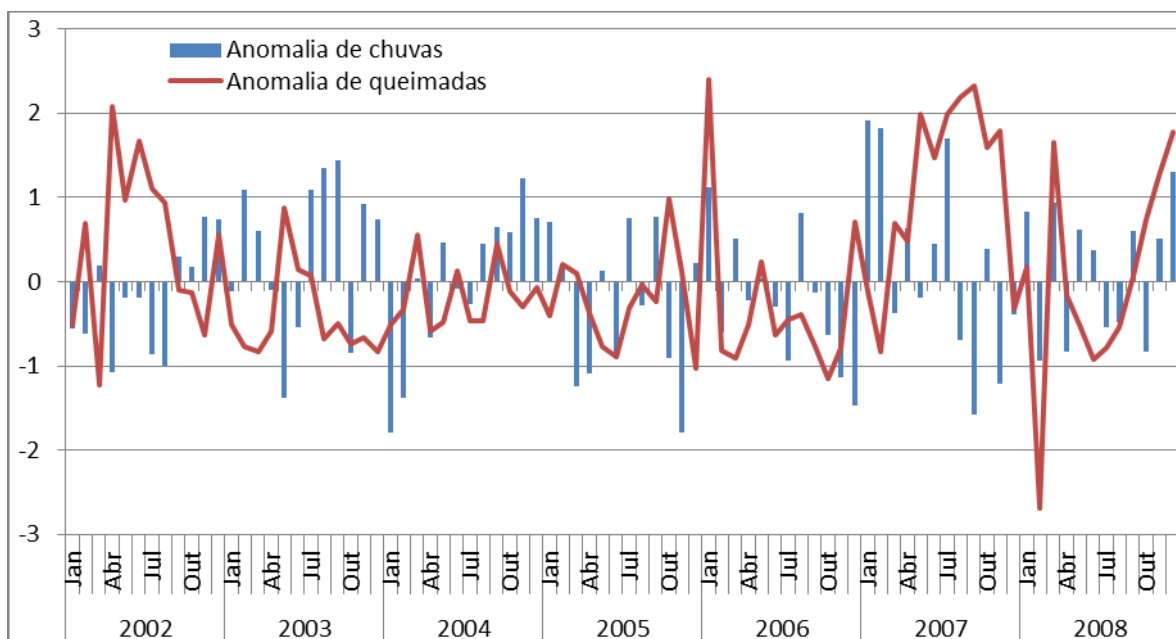


Figura 4. Curvas representativas das anomalias de chuvas e queimadas.

Figure 4. Representative curves of rainfall and burned areas anomalies.

CONCLUSÕES

O período onde houve maior quantidade de queimadas pode ter sido influenciado por uma alta anomalia negativa das chuvas;

Nas áreas onde ocorreram queimadas e a vegetação não se regenerou, a perda de biomassa foi igual a 22% do total removido pelos processos de desmatamento;

Cerca de 48% da biomassa removida nas áreas em que ocorreram queima e desmatamento é relativa ao ano de 2007.

REFERÊNCIAS

ALHO, C.J.R.; MARTINS, E.S. De grão em grão o cerrado perde espaço (Cerrado - Impactos do Processo de Ocupação). Brasília: WWF, 1995.

BITENCOURT, M.D.; MESQUITA JR., H.N.; MANTOVANI, W.; BATALHA, M.A.; PIVELLO, V.R. Identificação de fisionomias de Cerrado com imagem índice de vegetação. In: CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO ECOLÓGICO DO CERRADO, 1, 1997, Brasília. Anais... Brasília: Universidade de Brasília, Dep.de Ecologia, 1997. p. 316-320.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). Arcgis 9.3. Redlands, CA, USA: ESRI, 2010.

HOUGHTON, R.A. 1999. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850–1990. *Tellus* 51B, 298-313.

HOUGHTON, R.A.; RAMAKRISHNA, K. 1999. A review of national emissions inventories from select non-Annex I countries: Implications for counting sources and sinks of carbon. *Annu. Rev. Energy Environ.* 24, 571-605.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. Flora vascular do Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. Anais... Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 289-556, 1998.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; DA FONSECA, G.A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. v. 403, p. 853-858, 2000.