

Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002-2012)

Spatial distribution analysis of fire sources for the Cerrado biome (2002-2012)

Paula Resende Santos

Departamento de Geociências – DEGEO
Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ
paularesendesantos@gmail.com

Gabriel Pereira

Departamento de Geociências – DEGEO
Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ
pereira@ufs.edu.br

Leonardo Cristian Rocha

Departamento de Geociências – DEGEO
Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ
rochageo@ufs.edu.br

Artigo recebido para revisão do evento em 22/04/2014, aceito para publicação em 11/05/2014 e recebido para publicação em 01/06/2014

Resumo

As mudanças no uso e ocupação do cerrado brasileiro constitui um grande obstáculo para a sua conservação. Este bioma é considerado a última fronteira agrícola do mundo, porém, grande parte da cobertura vegetal da sua porção ao sul já foram convertidas para áreas agrícolas e pastagem, permanecendo ao norte, o ecossistema de Savanas. A porção norte abrange a região oeste da Bahia, os estados do Maranhão, Piauí e Tocantins, que são considerados as novas frentes agropecuárias do Cerrado. O estudo da incidência de focos de queimada para o Cerrado no período de 2002 a 2012 indica que as áreas mais atingidas pelas queimadas estão associadas à porção norte do território, ressaltando a prioridade de intervenções que visem a conservação deste ecossistema. Nestas áreas, a concentração anual de focos detectados pelo sensor Moderate (MODIS) pode ser superior a 4 focos/km². Ressalta-se que o uso de ferramentas de SIG para estimar a concentração focos de queimada e sua espacialização constitui uma ferramenta acessível e de baixo custo, que pode contribuir para a realização de planejamentos para o uso sustentável dos recursos do Cerrado, protegendo sua fauna, flora e corpos hídricos.

Palavras-Chave: Queimada, MODIS, Cerrado

Abstract

A Land use and land cover change of the Brazilian cerrado is a major obstacle for their conservation. Considered the last agricultural frontier in the world, the land cover of its south portion has been converted to agricultural areas and grazing, remaining at the north, the Savanna ecosystem. In addition, the north of Bahia, the states of Maranhão, Piauí and Tocantins are considered the new agricultural fronts of the Cerrado. The study of the incidence of fires for the Cerrado in the period 2002-2012 indicate that the area's most affected are associated with the northern region of the territory and indicate the priority of interventions to the conservation of this ecosystem. In these areas, the annual concentration of detected fires, derived from MODIS sensor, could be superior to 4 focus.km⁻². In this context, the use of GIS tools to make the quantification of fires and their spatial distribution is a powerful tool and has a low cost that can contribute to planning the use sustainable of natural resource in Cerrado Biome.

Keywords: Fire, MODIS, Cerrado

1. INTRODUÇÃO

Os registros de incêndios de todo o mundo indicam que a maior parte deles acontecem em áreas tropicais, causando a destruição de milhares de hectares dos seus ecossistemas, afetando a saúde de bilhões de pessoas em vários países, além de trazer prejuízos econômicos. Entender os impactos do fogo em um bioma tropical como o Cerrado serve como embasamento para compreender os impactos do fogo em âmbito Global (COCHRANE, 2009).

No Brasil, o fogo ainda é muito empregado para o manejo de pastagem, pois é uma forma rápida e barata de reduzir a biomassa, estimular a rebrota de forragem para a pecuária, diminuir as pragas e remover os remanescentes agrícolas, constituindo uma ferramenta barata para gestão do agronegócio. Porém, no período seco, a vegetação está mais suscetível ao fogo e a queimada controlada pode tomar proporções desastrosas, atingindo áreas de vegetação nativa, matando animais silvestres, espécies endêmicas e pode avançar sobre áreas urbanas e de culturas (COCHRANE, 2009).

Além destes impactos, as queimadas estão relacionadas à emissões de gases traços, que são alteram a composição química da atmosfera em escala regional e global, principalmente nos trópicos. Estudos preliminares do *2º Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa* (MMA, 2011) sobre a estimativa das emissões de gases poluentes apontam que o

cerrado foi responsável pela emissão de 189 milhões de toneladas de CO₂ em 1990 e 379 milhões de toneladas em 2005, ressaltando um crescimento considerável de emissões, nas quais as queimadas contribuem significativamente. Ainda, o material particulado emitido nas queimadas podem interferir no balanço hidrológico e reduzir a quantidade de precipitação (ANDREAE; MERLET 2001; COCHRANE, 2009;).

A filogenia das plantas do cerrado, como a da gramínia C4, indicam a adaptação das espécies ao fogo e a dispersão dessas linhagens. Os arbustos e árvores encontrados no cerrado em locais onde o fogo é frequente, em geral possuem casca grossa (diferenciando-se das florestas mesófilas) e os troncos retorcidos. Porém, embora a vegetação seja adaptada ao fogo as queimadas sucessivas fazem com que o solo perca seus nutrientes, tornando suscetível a erosão e a compactação. Além disso, o acúmulo de biomassa nos períodos secos pode resultar em incêndios com altas temperaturas, o que é prejudicial à fauna e a flora do bioma (SIMON, 2009; KLINK; MACHADO, 2005).

2. OBJETIVOS

A partir da situação atual de desmatamento e grande ocorrência de incêndios no Cerrado, este trabalho tem como objetivo principal quantificar e espacializar os focos de queimadas, obtidos pelo sensor MODIS plataformas Aqua e Terra, para o período compreendido entre 2002 e 2012, assim como, analisar os impactos destes focos na

conservação deste bioma, principalmente nas áreas mais atingidas pelo fogo.

3. ÁREA DE ESTUDO

Localizado no Planalto Central Brasileiro, o Cerrado, cobre aproximadamente 175 milhões de hectares do território brasileiro, com sua vegetação xeromórfica, que em uma classificação ampla, também é conhecido no mundo como Savana. A região central do cerrado é formada por uma área que abrange o Estado de Goiás, a porção oeste de Minas Gerais e leste do Mato Grosso, e partir desta área central, o bioma se estende para norte, nos Estados do Piauí e Maranhão e para sul, cobrindo mais da metade do território do Mato Grosso do Sul e uma porção no norte de São Paulo, na divisa com Minas Gerais (EITEN, 1972; BORLAUG, 2002). Pontualmente encontram-se outras áreas no território brasileiro cobertas pelo cerrado, como as encontradas em Roraima, Amapá, Sul do Amazonas e no oeste do Pará, no entanto, essas áreas não fazem parte da delimitação do bioma feita pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que é adotada por este estudo (MMA, 2011)

O clima tropical sazonal apresenta como característica para a região duas estações bem definidas: uma seca, que vai de maio ao mês de setembro e uma estação chuvosa, que compreende o intervalo de outubro a abril. A média anual de precipitação é de 1.500 mm, mas nas regiões limítrofes com a caatinga pode variar entre 600 e 800 mm. As médias de temperatura variam em torno de 22/23°C. As

condições climáticas do Cerrado favorecem a manutenção e propagação do fogo, principalmente no período seco (MMA, 2011).

O Cerrado, com a suas especificidades, possui uma gama de espécies endêmicas, que estão restritas a porção central do Brasil e seu clima característico. De forma estrita, o Cerrado se refere a um conjunto de ecossistemas, que correspondem as savanas, matas, campos e matas de galeria. O bioma se desenvolve em solos muito intemperizados, logo, solos profundos, que possuem poucos nutrientes e altas concentrações de alumínio, o que lhes confere acidez. Em aproximadamente 48% da área do Cerrado encontra-se latossolos, seguidos pelos neossolos litólicos que ocupam uma área de 7,5% geralmente associados a encostas e outros tipos de solos em menor quantidade. As feições geomorfológicas do cerrado são resultantes da interação do clima Tropical semi-úmido com fatores lito-estruturais, edáficos e bióticos que caracterizaram as superfícies residuais de aplanamento, denominadas chapadas. (EITEN, 1972; AB'SABER 1977; KLINK; MACHADO, 2005; REATO; MARTINS, 2005).

Até a década de 70 as terras do cerrado não eram aptas para a prática agrícola, devido à baixa fertilidade (exceto nos solos aluviais nas margens dos canais), porém, a evolução científica no campo permitiu que novas culturas, resistentes ao alumínio e a pragas, fossem criadas (BORLAUG, 2002).

4. METODOLOGIA

Os focos de queimada para este trabalho foram adquiridos a partir dos produtos MOD14 e MYD14, com resolução espacial de 1000 metros, estimados pelo sensor MODIS a bordo dos satélites Terra e Aqua, respectivamente, com quatro aquisições diárias. Para determinar e espacializar os focos de queimadas, os dados, em formato *Hierarchical Data Format* (HDF), foram transformados em *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII) e contabilizados a partir de um programa em Fortran. Utilizou-se a linguagem *Interface Description Language* (IDL) para converter os dados para a projeção UTM/WGS84, que foram inseridos no aplicativo SPRING 5.2.

No aplicativo SPRING 5.2 criou-se uma categoria numérica para o armazenamento dos dados, recortando o plano de informação para área do Shapefile com os limites do Bioma Cerrado, sobreposto ao shapefile dos Estados Federativos, ambos fornecidos pelo IBGE. Realizou um cruzamento dos dados da soma das queimadas para todos os anos em estudo com o Mapa de Uso e Cobertura do Solo de 2009, disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente

5. RESULTADOS

Nos últimos 35 anos houve grandes mudanças na ocupação do solo do Cerrado brasileiro, que hoje, pode ser considerado a última fronteira agrícola do planeta (Borlaug, 2002). De acordo com o mapa de uso e

ocupação do solo, as principais classes de ocupação do solo são a agricultura e a pecuária na porção sul do Cerrado e o ecossistema de Savanas ao Norte, com poucas áreas de matas. A porção sul do Cerrado é resultante das ocupações antrópicas em décadas anteriores, e a sua paisagem já se encontra bastante alterada, com poucas áreas de vegetação remanescente (MMA, 2011).

A prática pecuarista ocorre em todos Estados do Cerrado, no entanto, Mato Grosso e Mato grosso do Sul ocupam as primeiras posições, respectivamente, como maior área de pastagens e cabeça de gado. A pecuária nestes Estados é praticada de forma extensiva, ou seja, baseia-se na plantação de vegetação forrageira implicando no desmatamento de áreas nativas para o aumento da produção de carne bovina. Outro problema ambiental relacionado com expansão da pecuária relaciona-se com o manejo destas áreas, em que muitas vezes é empregado o fogo para estimular a rebrota, mas ele pode sair do controle e atingir áreas de preservação ambiental, reservas ecológicas e a vegetação nativa no entorno da pastagem (MMA, 2011).

Em 2002 (Figura 1), foram registrados aproximadamente 151.000 focos para toda a área do bioma, sendo que queimadas mais intensas aconteceram na porção norte, atingindo principalmente os Estados de Mato Grosso, Tocantins, Maranhão, Piauí e a parte oeste da Bahia. O fogo nesta região atinge vegetações secundárias, florestas estacionais, mas principalmente áreas de Savana. As queimadas

acontecem nesta região geralmente nos meses secos, nos quais o acúmulo de biomassa, o clima seco e ventos podem fazer com que pequenos incêndios tomem grandes proporções. Em 2003 houve uma redução do número de focos, em relação a 2002, porém, a maior incidência de focos ainda está associada à porção norte do bioma. Em 2002 e 2003, além das áreas citadas, um grande número de incêndios estava associado também ao estado de São Paulo (queima para colheita da cana-de-açúcar).

No ano de 2004, registraram-se aproximadamente 158.000 focos de incêndio, com intensidade maior que os anos anteriores, sendo a região norte do bioma, novamente, a mais atingida pelo fogo. No ano de 2005 houve um menor registro queimadas que 2004, porém, as áreas de cerrado presentes nos Estados do Maranhão, Piauí, porção oeste da Bahia e Tocantins apresentaram um aumento na densidade de focos. Ainda, em 2006, houve uma redução da frequência de focos por quilômetro quadrado, mas as áreas de savana foram atingidas com maior intensidade. O ano de 2007, ano que teve o maior registro de incêndios, corresponde a 15,5% do total de focos para o período estudado (Figura 2). Ressaltando a degradação do ecossistema de Savana na região norte do bioma. Os estados de Tocantins, Maranhão, Piauí e a porção oeste da

Bahia foram as mais atingidas pelo fogo. Nos dois anos seguintes (2008 e 2009) ao ano de maior número de queimadas foi possível observar uma redução do número de incêndios, sendo 2009 o ano que apresentou a menor frequência de focos, correspondendo a apenas 3% do total de focos dos anos estudados.

Em 2010 os incêndios voltaram a atingir significativamente o cerrado brasileiro, correspondendo a 15% do total para o período estudado. Os anos mais atingidos (2007 e 2010) pelos incêndios tem em comum a distribuição espacial do focos, recorrentes principalmente na região norte do bioma. Supõe-se que a grande incidência de focos de queimada em 2010 esteja associada com acúmulo de biomassa, uma vez que em 2009, não foi um ano muito seco (precipitação acima da média), logo, ocorreu um menor número de incêndios. Como 2010 foi um ano atipicamente seco, a biomassa ficou vulnerável a grandes queimadas (MMA, 2011). No ano seguinte a 2010 houve uma redução do número de focos na região norte, porém, a mesma apresentou a maior incidência deste fenômeno. Ressalta-se que em todos os anos o Estado de São Paulo foi atingido por incêndios, que é comum, principalmente na época que há a queimada da palha da cana de açúcar. Esta característica pode ser evidenciada na série temporal (Figuras 1 e 2).

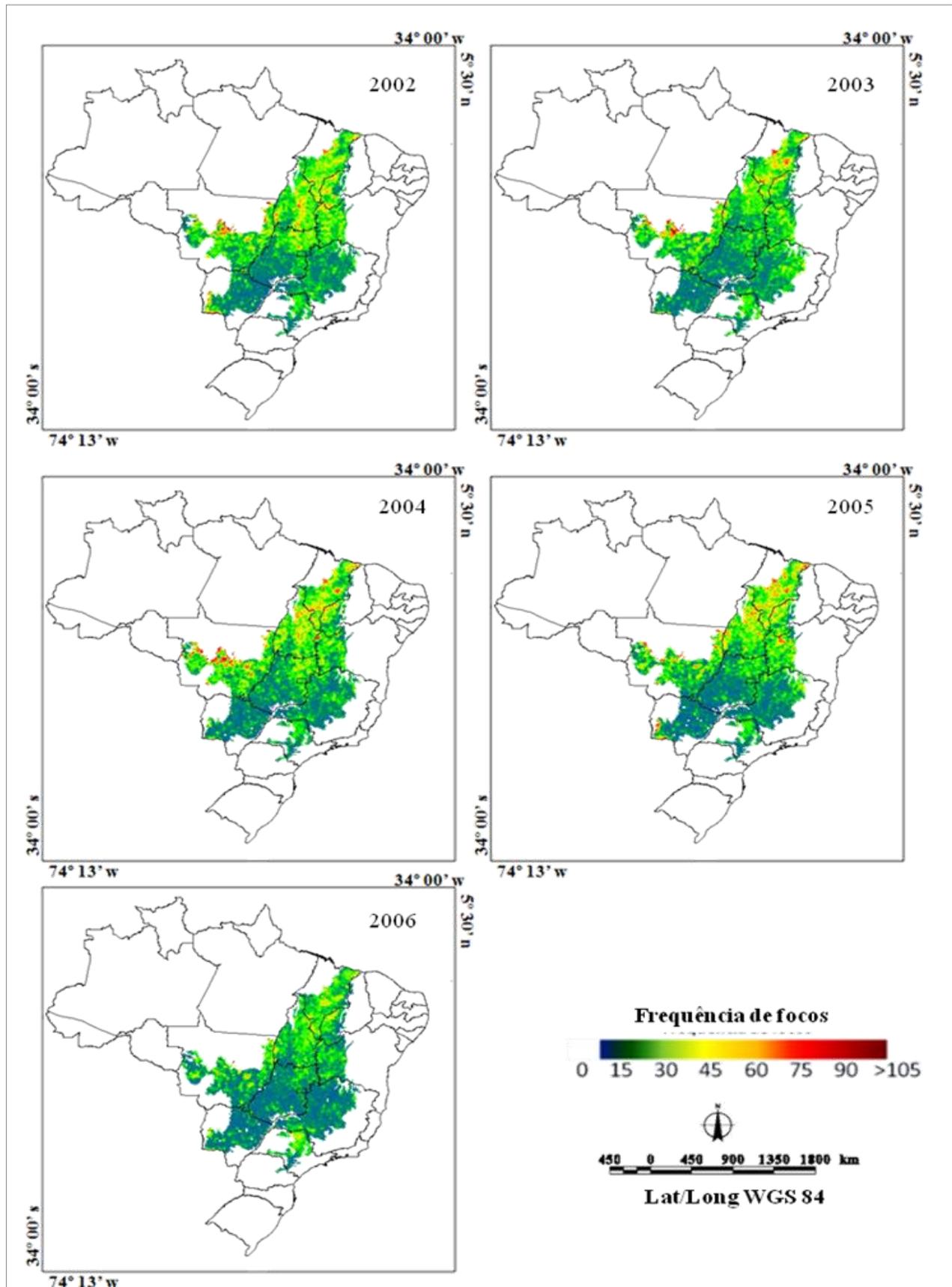


Figura 1 - Distribuição espacial dos focos de queimada detectados pelos sensores MODIS (Aqua e Terra) para o Bioma Cerrado (2002 a 2006).

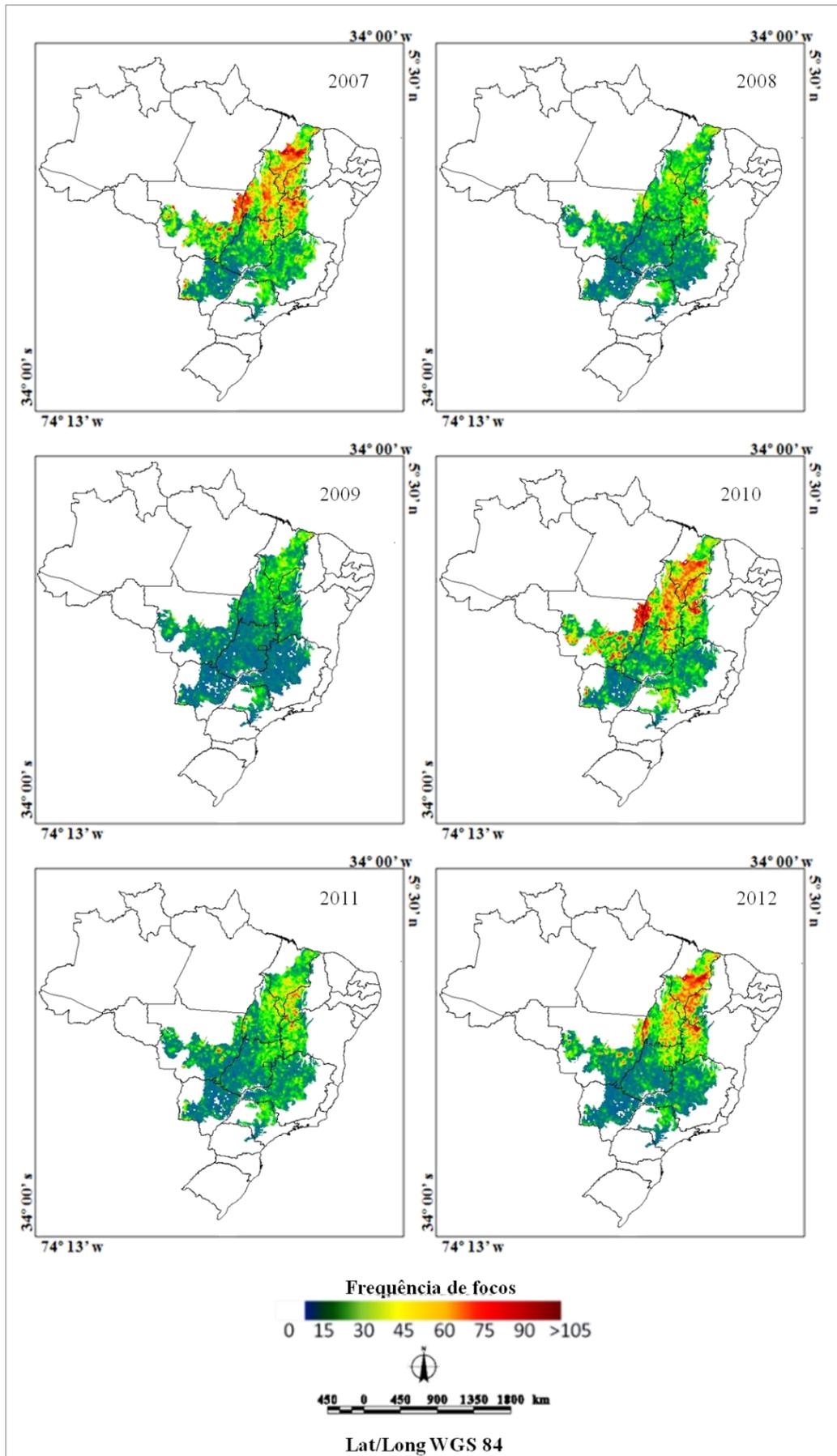


Figura 2 - Distribuição espacial dos focos de queimada detectados pelos sensores MODIS (Aqua e Terra) para o Bioma Cerrado (2007 a 2012).

Para todos os anos, os maiores registros de queimadas estão associados à Savana, na porção norte do bioma. Como há demanda de ampliação das fronteiras agrícolas, há o avanço da agropecuária para áreas não convertidas, resultando muitas vezes em desmatamento. No Cerrado, o oeste da Bahia, Maranhão e o Piauí representam as novas frentes da agropecuária por isso, torna-se necessário a conservação dos recursos naturais, tanto ecológicos quanto hídricos, necessitando de intervenções para a

redução das queimadas a fim de preservar a Savana, pois a reincidência do fogo está associado a destruição de ecossistemas, mesmo estes sendo adaptados ao fogo (MMA, 2011)

A espacialização dos focos no Bioma serve como instrumento para localizar as áreas mais atingidas e assim, correlaciona-las com o Uso e Ocupação do Solo, enquanto que a somatória dos anos (Figura 3) permite a visualização dos anos mais atingidos pelas queimadas e facilita a comparação entre eles.

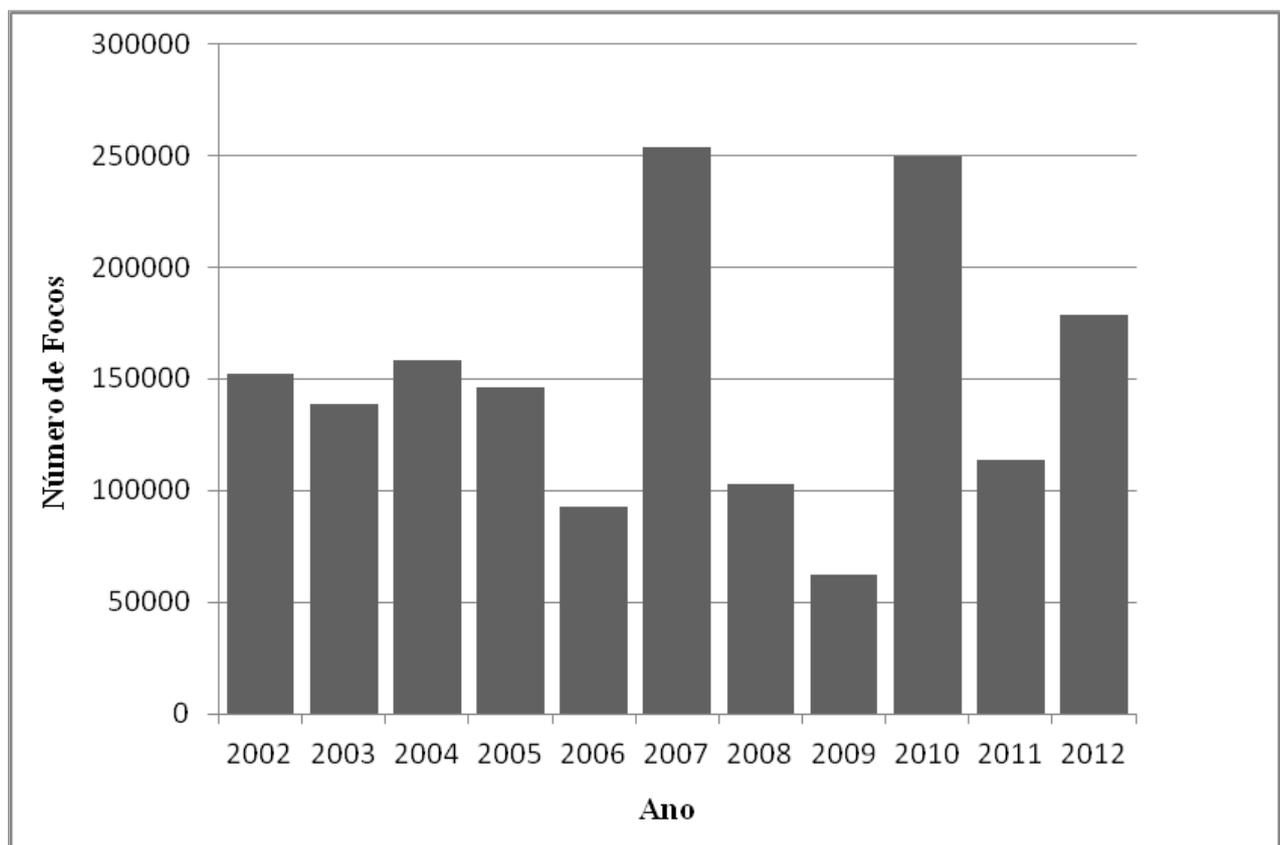


Figura 3 - Número de focos detectados pelo Sensor MODIS, abordo dos satélites Água e Terra, para o Cerrado no período compreendido entre 2002 e 2012.

A média para todos os anos é de aproximadamente 140.000 focos para toda a área do cerrado. Entre os anos de 2002, 2003,

2004 e 2005 não houve diferenças abruptas, estando a média destes anos próximo da média para todos os anos. O ano de 2006 e 2007 foram

anos atípicos. Em 2006 houve um registro de 92.476 focos, seguido de 2010, em que houve uma grande quantidade de queimadas. Os dois anos seguintes, 2008 e 2009 também foram anos que ocorreram poucas queimadas e antecederam o ano de 2010, com muitas queimadas. O mesmo ocorreu em 2011 e 2012, o ano de 2011 com menor número de focos, e o ano seguinte, 2012, com maior registro de queimadas.

6. CONCLUSÃO

Após a análise da distribuição espacial e da quantificação dos focos de queimadas para o Cerrado dos anos de 2002 a 2012 conclui-se que o bioma vem sofrendo um processo acelerado de antropização., como a expansão da agricultura, pecuária e até pelos incêndios. Os maiores regimes de incêndios durante o período estudado estão associados com o ecossistema Savana, no Oeste da Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins, estados que são apontados como novas frentes para o desenvolvimento agrícola.

A grande quantidade de focos associadas a este bioma apontam a sua contribuição para a emissão de gases traços e aerossóis, que contribuem para mudanças climáticas em âmbito local, ou até mesmo, global. Devido a grande extensão territorial do Brasil e do Cerrado, que é o segundo maior bioma brasileiro, o uso de ferramentas de SIG constitui uma opção barata para o mapeamento de áreas queimadas e ajuda na tomada de decisões dos governos e entidades na prevenção das queimadas, pois é capaz de apontar áreas que há

a maior recorrência de incêndios e fundamentar um plano de prevenção e controle de incêndios.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul, primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, v.52, p.17-28. 1977.
- ANDREAE, M. O.; MERLET, P. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning, **Global Biogeochem. Cycles**, n. 15, v.4, p. 955-966, 10.1029/2000GB001382, 2001.
- Borlaug, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: BAILEY, R. (ed.). **Global warming and other eco-myths**. p. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.
- COCHRANE, M. A. **Tropical Fire Ecology: Climate change, Land use and Ecosystem Dynamics**. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 2009.
- EITEN, G. The Cerrado Vegetation of Brazil, **The Botanical Review**, v. 38. N.2. UnB, 1972.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, n.1, Julho 2005.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado**. Brasília: MMA, 2011. 200 p.
- REATTO, A.; MARTINS, E. S. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. MMA. Brasília, DF. 2005.
- SIMON, M.F.; GREYER, R.; QUEIROZ, L.P.; SKEMA, C.; PENNINGTON, R.T.; HUGHES, C.E.. Recent assembly of the Cerrado, a Neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of science USA**, v.106, n.48, p. 20359-20364, 2009.