

Mudanças no regime do fogo no bioma Cerrado: o caso do Parque Estadual do Jalapão

Alfredo da Costa Pereira Júnior¹
Ana Luisa Kalantzopoulos Bretos²
Virginia Antonioli³

^{1,2,3} Divisão Sensoriamento Remoto - DSR / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Avenida dos Astronautas, 1758 – 12227-010 – São José dos Campos – SP, Brasil
alfredo@dsr.inpe.br; ana.bretos@usp.br; virginia.antonioli@usp.br

Abstract. This study in the biome Cerrado, Brazilian savanna, quantified burnt areas in the Jalapão Park region from Landsat imagery of period 1997-2010 and it estimated some components of fire regime. A fire regime is a fundamental data for management in ecosystems and protected areas subjected to periodical burning like the ones found in savannas as Cerrado. The Park is a protected area in Tocantins state with 158.885,5 ha. The burnt areas were delimited through visual interpretation in the Park and in her buffer zone; they were calculated for early and later dry season to infer the fire seasonality; and for 1997-2002 and 2004-2010 periods to infer the influence of Park implementation in 2003. The annual burnt area media was a third of the areas studied that signifies a fire return time of about three years and the annual burnt areas reached almost half of the analyzed areas. Those suggest a high incidence of fire that could have harmful effects in that environment. The incidence of fire decreased from 35.9% to 28.0% of the Park area after her implementation in 2003 that suggest the use of fire management by managers. The fire seasonality also changed: bigger burnt areas were at the early dry season in 1997-2002 but at the later in 2004-2010. This change could be negative effects to the environment since the fires at the end of the dry season are more intense and extensive.

Palavras-chave: burnt area; savanna; Landsat; queimada; savana.

1. Introdução

O Cerrado é a segundo maior bioma brasileiro com área original superior a 2 milhões de km², abrangendo dez estados do planalto central. O Cerrado apresenta duas estações climáticas bem distintas: inverno seco de abril a setembro, e verão chuvoso, de outubro a março. Suas formações vegetais variam de campestres como o campo limpo, savânicas como o cerrado típico, até florestais como o cerradão. Estima-se que mais de 7.000 espécies de plantas com alto endemismo, acima de 830 de aves e cerca de 200 mamíferos vivam nesse bioma (Klink e Machado, 2005). Essa elevada biodiversidade é afetada pelas queimadas e desmatamentos, este atingindo 48,5% de sua área (Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2011), e apesar do seu tamanho e importância, o Cerrado é um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo, sendo considerado um dos *hotspot* para a conservação da biodiversidade mundial (Klink e Machado, 2005).

O fogo é uma ferramenta de manejo antiga e amplamente utilizada no manejo e conversão das paisagens tropicais e, embora o Cerrado seja um ecossistema adaptado ao fogo natural, as queimadas utilizadas para estimular a rebrota das pastagens e para abrir novas áreas agrícolas causam problemas como perda da biodiversidade, alteração na estrutura dos ecossistemas, perda de nutrientes, compactação e erosão dos solos, alterações nos regimes do fogo e emissão de gases de efeito estufa com alteração no ciclo desses elementos, e possivelmente modificações climáticas regionais (Klink e Machado, 2005; Mistry e Bizerril, 2011). Por isso o fogo tem exercido papel central na criação e estabelecimento de muitas áreas de proteção ambiental no Cerrado (Mistry e Bizerril, 2011). A política de manejo do fogo em áreas protegidas de vários países tem sofrido várias mudanças ao longo do tempo, com a compreensão dos fundamentos ecológicos e do papel dos distúrbios para a conservação biológica. Essas mudanças têm decorrido, muitas vezes, do aprendizado com erros cometidos no passado, onde o fogo era sempre visto como elemento destrutivo, mesmo em ecossistemas adaptados a esse elemento (Fidelis e Pivelo, 2011; Medeiros e Fiedler, 2011).

Na região do Jalapão, que abrande partes do leste do Tocantins, do sul dos estados do Maranhão e Piauí, e noroeste da Bahia, o fogo é usado como forma de manejo da terra em três situações, inclusive pelas populações das comunidades existentes dentro limites de unidades de conservação: pecuária extensiva em campos naturais; extrativismo do capim-dourado; e agricultura de subsistência, esta de menor relevância. O fogo é utilizado na pecuária para estimular a rebrota do estrato graminóide, que fornecerá alimento para o rebanho entre maio e outubro; no extrativismo é empregado para estimular o florescimento do capim dourado, que ocorre nos campos úmidos das veredas, sendo as hastas resultantes colhidas para uso artesanato. Os extrativistas afirmam que populações de capim dourado devem ser queimadas a cada dois anos para florescerem na estação reprodutiva seguinte. Extrativistas e pecuaristas costumam queimar alternadamente os campos úmidos de modo que sempre tenham áreas de pastagem queimadas no mesmo ano e áreas próprias para a colheita de capim dourado, queimadas no ano anterior (Schmidt, 2005; Figueiredo, 2007; Schmidt et al., 2011).

A partir de meados de 1990, políticas públicas passaram a estimular o artesanato do capim dourado na região do Jalapão. Desse fato e do real aumento de renda quando comparada com as outras atividades, esta prática passou a interessar populações da região que até então não tinham nenhum vínculo com o artesanato. Nessa época, em jan./2001 foi criado na região o Parque Estadual do Jalapão e em set./2001 a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, limítrofe ao Parque (Figura 1). São unidades de conservação de proteção integral, com objetivo de proteção da natureza a longo prazo e que não permite o uso dos recursos naturais que envolva consumo ou coleta. Neste contexto, passaram a existir conflitos de interesses entre os órgãos ambientais, os extrativistas e os pecuaristas, incluindo populações existentes dentro dos limites do Parque. Tal conflito envolve visões distintas do manejo do fogo para preservação da natureza e viabilização do artesanato e da pecuária. Atualmente, os campos mais afastados das comunidades, antes pouco utilizados como áreas de pastagem e de colheita do capim dourado, tiveram sua frequência de fogo aumentada uma vez que extrativistas e pecuaristas têm que explorar áreas cada vez mais distantes para viabilizar suas atividades. Essa mudança, em função da queima não ficar restrito aos campos úmidos, afeta extensas área campestres, onde o fogo pode persistir por dias (Schmidt, 2005; Figueiredo, 2007; Schmidt et al., 2011).

Portanto, considerando-se a necessidade de aumentar os esforços para a preservação do bioma Cerrado e a importância do regime do fogo intrínseco aos seus ecossistemas, é imprescindível a existência de áreas protegidas cujo manejo incorpore as práticas com relação ao regime do fogo. Neste contexto, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento representam ferramentas importantes não só para a caracterização da área queimada, mas também para levantamento do regime de fogo e de suas mudanças, informação essencial os planos de manejo das áreas protegidas no Cerrado. Portanto, objetivo desse trabalho foi quantificar as áreas queimadas na região do Parque Estadual do Jalapão a partir de imagens dos sensores a bordo dos satélites Landsat de 1997 a 2010, para estimar componentes do regime do fogo e avaliar possíveis mudanças no mesmo.

2. Material e Método

2.1. Área de Estudo

O Parque Estadual do Jalapão no Tocantins foi criado pela Lei Estadual nº 1203 de jan./2001 com a finalidade de proteger a fauna, a flora e os recursos naturais, fato que restringe suas formas de exploração. O Parque está na porção nuclear da região do Jalapão, integralmente no município de Mateiros no leste do Tocantins, com área de 158.885,5 ha no retângulo envolvente entre os paralelos 10°08'53" e 10°36'32"S e entre os meridianos 46°24'24" e 46°56'06"W (Figura 1). A hidrografia é formada pelos rios Sono, Soninho e Novo, pertencentes à bacia hidrográfica do Tocantins. O Parque possui formações campestres,

savânicas e florestais. As campestres são o campo limpo, o campo limpo úmido e o campo sujo; as savânicas são as diferentes formações do cerrado sentido restrito (típico, ralo, denso, rupestre) e a vereda; e as florestais são o cerradão, a mata de galeria não-inundável e a inundável, a mata ciliar e a mata seca semidecídua. A geomorfologia é caracterizada por apresentar planaltos e chapadões aplainados, sendo observados serras tipo “mesa” e morros “testemunhos” com bordas ruíniformes. Predominam os solos neossolos quartzarênicos e litólicos, e os latossolos vermelhos (Instituto Natureza do Tocantins - Naturatins, 2003).

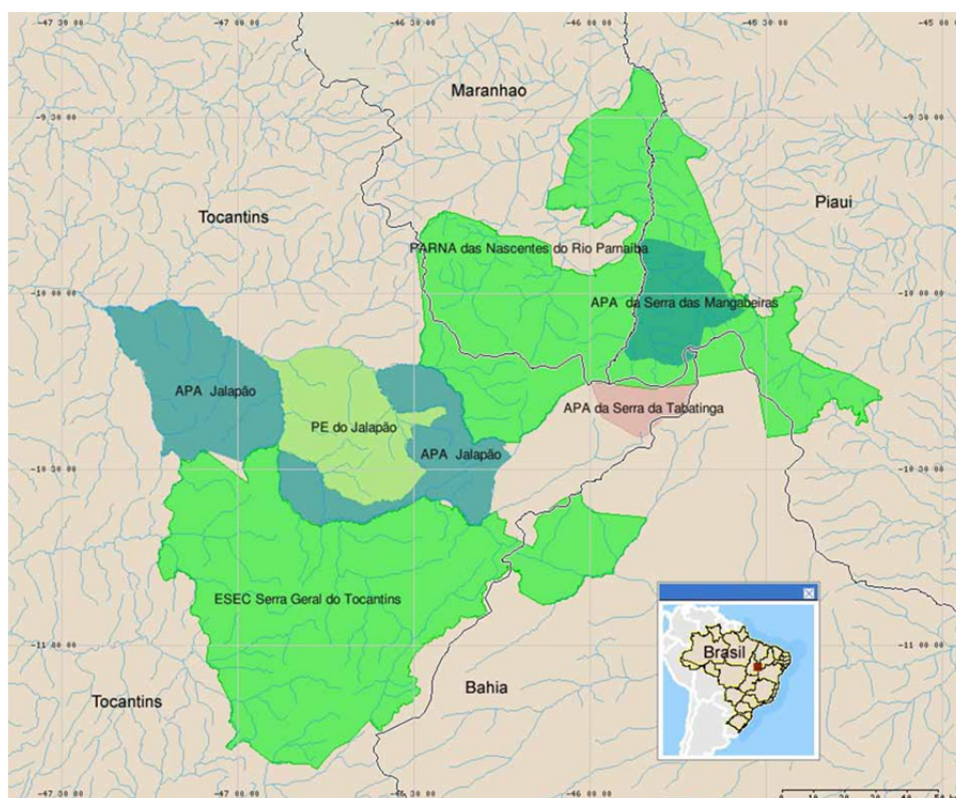


Figura1. Parque Estadual do Jalapão e unidades de conservação contíguas.

2.2. Material

Os materiais utilizados foram:

- Imagens dos sensores orbitais TM/Landsat-5 e ETM+/Landsat-7, órbita/ponto 221/67, bandas 3 (0,63-0,69 μm), 4 (0,76-0,90 μm) e 5 (1,55-1,75 μm) e 7 (2,08-2,35 μm) e 6 (10,40-12,50 μm), acessíveis sem custos no catálogo de imagens (CDSR) da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) e no catálogo do *USGS Global Visualization Viewer (GLOVIS)* do *United States Geological Survey (USGS)* (<http://glovis.usgs.gov/>).
- Programas livres SPRING 4.3.3 para processamento de imagens e geoprocessamento e TerraView 3.3.1 para geoprocessamento, ambos desenvolvidos e acessíveis sem custo na Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do INPE (<http://www.dpi.inpe.br/>).
- Limite do Parque Estadual do Jalapão, acessível sem custo no Naturatins (<http://areasprotegidas.to.gov.br/conteudo.php?id=112>).

2.3. Método

A primeira etapa foi a seleção de imagens orbitais para o período de 1997 a 2010 (13 anos) referentes às duas estações sazonais da estação seca: início (IES) de abril a julho; e final (FES), de agosto a setembro/outubro. O período foi selecionado para estudo das queimadas antes e após a criação do Parque em jan./2001. Além disso, os critérios de seleção de imagens

foram ausência de nuvens sobre a região do Parque, ausência de problemas diversos na imagem e proximidade da data ao final das duas estações sazonais.

O mapeamento das áreas queimadas foi realizado por interpretação visual nas composições colorida das imagens e foram delimitadas manualmente as marcas da passagem do fogo que apresentasse comportamento espectral característico nas composições utilizadas. Em função das variações de refletância das áreas queimadas e da vegetação do Cerrado (Pereira, 2003; França et al., 2007), duas composições foram utilizadas: a principal foi 3B4G7R, na qual são atribuídas as cores azul, verde e vermelho às bandas 3, 4 e 7 respectivamente; e a auxiliar 3B4G5R. A vegetação sadia apresenta alta refletância na banda 4 e baixa nas bandas 3 e 5 e 7; dessa forma, a cobertura vegetal sadia apresenta variações na cor verde. A vegetação dos campos, formada principalmente por gramíneas, com o passar do tempo acumula material vegetal seco e mostra variações da cor verde para o marrom (França et al., 2007). As áreas queimadas recentes apresentaram altos níveis de absorção da radiação nas bandas selecionadas, com exceção da banda 6, caracterizando-se pela cor negra; com o passar do tempo e incorporação das cinzas e carvão ao solo, as áreas queimadas têm crescente influência do componente solo, apresentando variações da cor magenta até quase branca, neste caso pelas características do neossolo quartzarênico, predominante no Parque. Com a ocorrência das chuvas e conseqüente rebrota da vegetação, as áreas queimadas passam a apresentar coloração verde intensa com textura lisa (França et al., 2007). Dúvidas das áreas queimadas foram sanadas por comparação com a banda 6 (infravermelho termal) e com as imagens da data anterior e posterior. As áreas queimadas na banda 6 têm maior temperatura que as áreas de vegetação onde estão inseridas; e em relação às imagens de data anterior apresentam coloração mais preta já que antes eram áreas vegetadas e na data posterior apresentam cor verde já que são áreas em rebrota. A validação da classificação foi realizada com dados de trabalhos de campo realizados em 2005 e 2008. As queimadas foram quantificadas no Parque e em uma Zona de Amortecimento (ZA) com mesma área do Parque e distância aproximada de 7,3 km.

3. Resultados e Discussão

As estimativas de áreas queimadas anuais e sazonais (IES e FES) do Parque do Jalapão, da ZA, e do Parque junto com a ZA, de 1997 a 2010, estão nas Figuras 2, 3 e 4. Para o ano de 2003 não foi possível obter imagens Landsat para o FES, por isso esse ano foi desconsiderado nas análises. O intervalo de 1997-2010 foi dividido em dois subintervalos: 1997-2002 e 2004-2010, conforme a Tabela 1. Esses intervalos foram estabelecidos para análises dos efeitos da criação e implantação do Parque, assim como do manejo do fogo utilizado.

Para o período 1997-2010, a máxima área queimada anual no Parque foi de 72.456,4 ha (45,6% da área do Parque) em 1998 e a mínima, de 21.099,4 ha (13,3%) em 2009 (Figura 2), com média anual de 48.431,6 ha (30,5%) (Tabela 1). Na ZA a máxima área foi de 73.494,6 ha (46,1% da área da ZA) em 2004 e a mínima de 20.022,4 ha (12,6%) em 2009 (Figura 3), com média anual de 48.287,6 ha (30,3%) (Tabela 1). Ao considerar o PEJ em conjunto com a ZA, o ano de 1998 teve a máxima área queimada com 141.925,3 ha (44,6% da área do Parque somada com a da ZA) e a mínima, ocorreu em 2009 com 41.121,7 ha (12,9%) (Figura 4), com média anual de 96.719,1 ha (30,4%) (Tabela 1).

Considerando as diferentes divisões de área (Parque, ZA, e Parque junto com ZA), a área queimada anual variou entre um máximo de quase metade das áreas analisadas (valores acima de 40%) a um mínimo de cerca de um oitavo (ao redor de 13% em 2009) (Figuras 2, 3 e 4), com média em torno de um terço (em torno de 30%) (Tabela 1). Este valor médio é um indicativo prévio que o tempo de retorno do fogo no Parque é por volta de três anos, concordando com Coutinho (1990) e França et al. (2007). Os valores máximos e as médias configuram uma situação em que as áreas queimadas podem atingir grandes extensões,

alcançando até quase metade das áreas analisadas. Essas extensões queimadas podem ter consequências na conservação dos ecossistemas que devem ser investigadas.

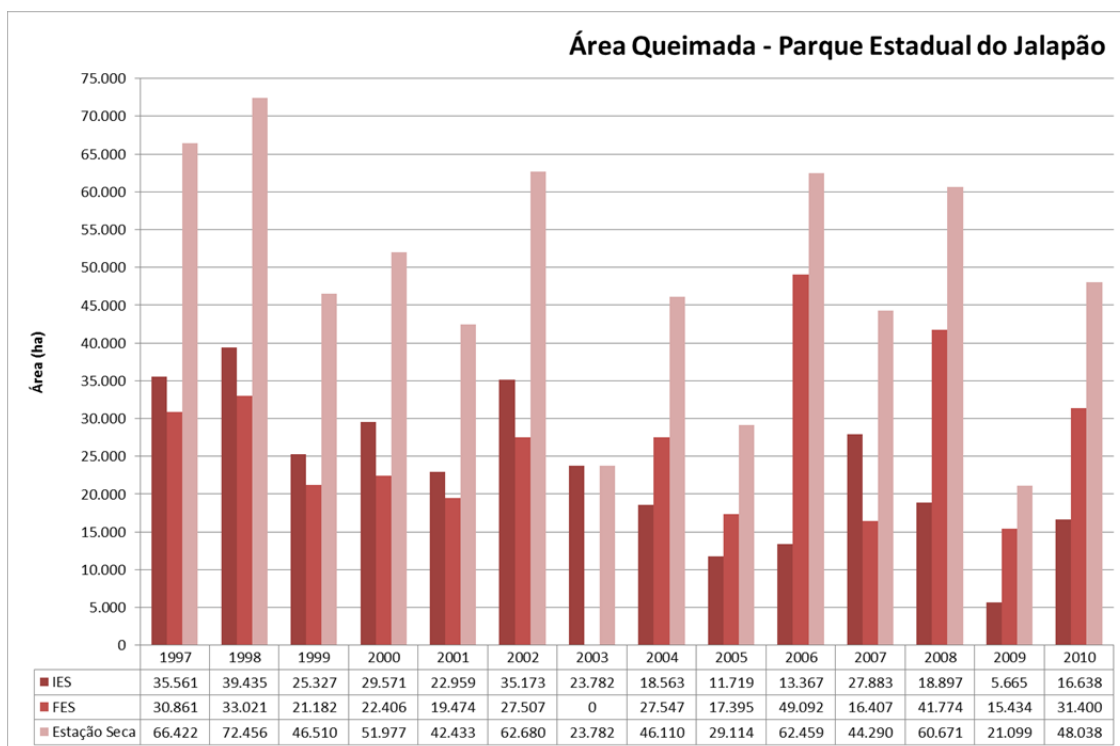


Figura 2. Área queimada de 1997 a 2010 no Parque Estadual do Jalapão, no início (IES), final (FES) e total da estação seca.

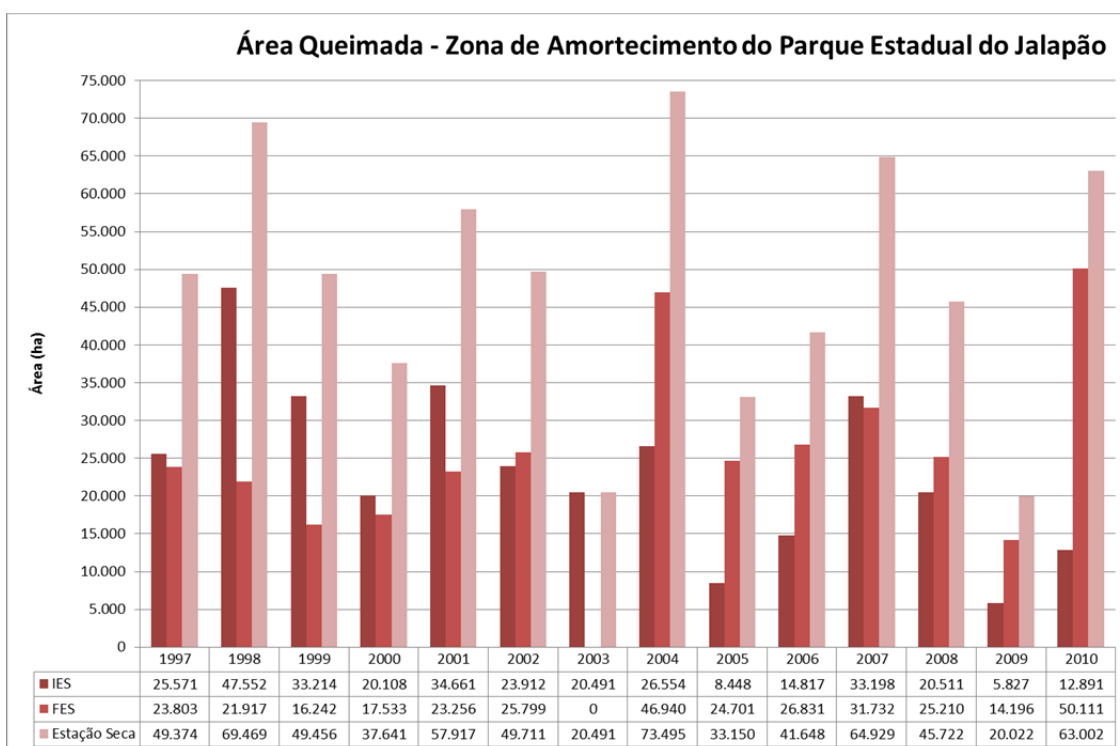


Figura 3. Área queimada de 1997 a 2010 na zona de amortecimento (ZA) do Parque Estadual do Jalapão, no início (IES), final (FES) e total da estação seca.

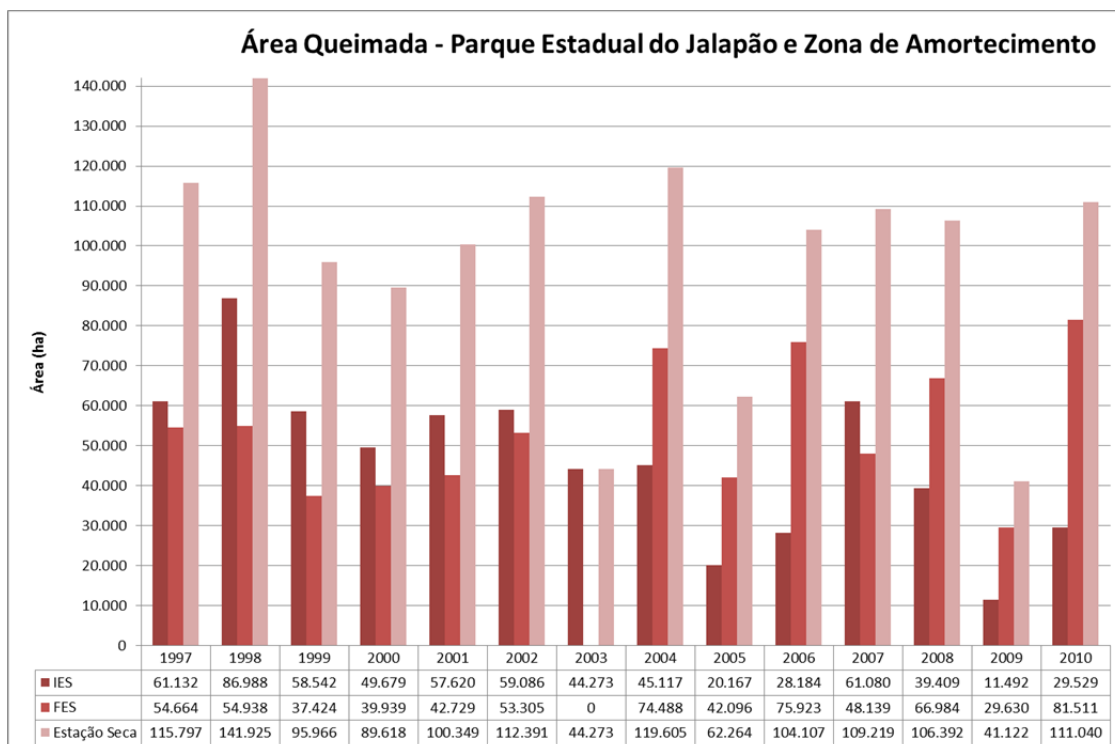


Figura 4. Área queimada de 1997 a 2010 no Parque Estadual do Jalapão e junto com a zona de amortecimento (ZA), no início (IES), final (FES) e total da estação seca.

Tabela 1. Área queimada média no Parque Estadual do Jalapão, na sua zona de amortecimento (ZA) e no Parque junto com ZA, nos períodos de 1997-2010, 1997-2002 e 2004-2010, e nas estações de início (IES), final (FES) e total da estação seca.

Período (anos)	Parque		ZA		Parque e ZA	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
<i>Início da Estação Seca (IES)</i>						
1997-2010	23181,5	14,6	23411,2	14,7	46592,7	14,6
1997-2002	31337,9	19,7	30836,4	19,4	62174,3	19,5
2004-2010	16104,5	10,1	17463,9	11,0	33568,4	10,5
<i>Final da Estação Seca (FES)</i>						
1997-2010	27192,4	17,1	26790,0	16,8	53982,4	17,0
1997-2002	25741,8	16,2	21424,9	13,5	47166,7	14,8
2004-2010	28435,7	17,9	31388,6	19,7	59824,4	18,8
<i>Estação Seca</i>						
1997-2010	48431,6	30,5	48287,6	30,3	96719,1	30,4
1997-2002	57079,7	35,9	52261,3	32,8	109340,9	34,4
2004-2010	44540,3	28,0	48852,5	30,7	93392,8	29,3

Considerando os dois períodos analisados conforme a Tabela 1, a área queimada anual média do Parque diminuiu de 35,9% no período 1997-2002 para 28,0 em 2004-2010. Para a ZA, a diminuição foi menos acentuada, de 32,8% para 30,7%. Isso é um indicativo de uma diminuição das queimadas pela implantação do Parque no FES 2003 e do uso do manejo do fogo pelos órgãos ambientais com atuação no Parque do Jalapão.

Quanto à sazonalidade, ocorreu uma mudança do período 1997-2002 para o período 2004-2010, conforme mostra a Tabela 1. Em 2004-2010 ocorreu um maior valor percentual de queimadas no FES (média entre 18 e 20%) em relação ao IES (média entre 10 e 11%), enquanto em 1997-2002 ocorreu um menor valor percentual no FES (média entre 14 e 16%) em relação ao IES (entre 19 e 20%). Conforme as Figuras 2, 3 e 4, essa mudança ocorreu também em nível anual, o que aumenta o suporte para tal conclusão. Um problema das queimadas ocorrerem com maior área no FES é que no IES os fogos são menos intensos e fragmentam a paisagem, prevenindo os fogos do FES que são mais prejudiciais aos ecossistemas e a biodiversidade pela maior extensão, intensidade e velocidade devido a maior quantidade de combustível vegetal e clima mais quente e seco (Coutinho, 1990; Mistry, 1998). As queimas do FES no Parque têm maior chance de fugir ao controle e se tornarem grandes incêndios, os quais podem atingir topos de serra, matas galerias e ciliares, veredas e campos úmidos, inclusive que tenham sido queimados no ano anterior (Figueiredo, 2007).

Em mar./2004, em resposta ao aumento de pressão tanto de extrativistas como de órgãos ambientais, foi publicada a Portaria Naturatins 055/2004 normatizando o artesanato do capim-dourado no Jalapão. Basicamente limitou a coleta para após 20/set. e restritas aos extrativistas do Parque. Ela teve modificações diversas até a Portaria 362/2007, que limitou a coleta para o período de 20/set. a 30/nov. e a ampliou para os extrativistas do Tocantins. Este período foi determinado com base no conhecimento tradicional dos artesãos e em resultados de experimentos fenológicos e ecológicos (Schmidt et al., 2011). Pela coincidência da data da primeira portaria com a do início da mudança na sazonalidade das queimadas na região do Parque, uma hipótese a ser considerada é a influência das Portarias na mudança da sazonalidade. Outra hipótese é que, as medidas de controle do fogo após a implantação do Parque no FES de 2003, que diminuíram a área queimada no Parque no período 2004-2010 em relação a 1997-2002 conforme já citado (Tabela 1), tiveram maior influência nas queimadas do IES porque os fogos são menores, menos intensos e fragmentam a paisagem enquanto os do FES são maiores, mais intensos e velozes, com maior chance de fugir ao controle e queimarem extensas áreas (Figueiredo, 2007).

4. Conclusão

A estimativa da incidência, frequência e sazonalidade do regime contemporâneo do fogo no Cerrado é fundamental para o manejo do fogo em áreas de preservação com implicações na conservação da biodiversidade, avaliação e manejo das emissões de gases de efeito estufa e planejamento ambiental regional. As áreas queimadas estimadas no Parque Estadual do Jalapão ao longo de 1997 a 2010 mostraram que a média anual foi em torno de um terço das áreas analisadas configurando que o tempo de retorno do fogo nas áreas do Parque foi por volta de três anos. As queimadas anuais alcançaram até quase metade das áreas. Essas informações sugerem que uma elevada incidência do fogo que pode ter consequências nocivas para a conservação dos ecossistemas e da biodiversidade existente no Parque.

A incidência e a sazonalidade do fogo apresentaram mudanças. A incidência das queimadas no Parque Estadual do Jalapão diminuiu após a sua implantação no FES de 2003, o que não ocorreu na região do Parque como um todo, podendo ser efeito de medidas de manejo do fogo. Além disso, na região do Parque, a maior incidência de queimadas passou do IES para o FES, implicando em possíveis consequências negativas para o ambiente. Essa modificação pode estar relacionada com norma ambiental da época da implantação do Parque,

que estabeleceu o período de coleta do capim-dourado para o FES, e/ou com a implantação de medidas de manejo do fogo.

Estas conclusões são preliminares, mostrando a necessidade da continuidade dos trabalhos investigativos na região do Jalapão, incluindo a expansão temporal e espacial, contribuindo para o manejo do fogo nas unidades de conservação do bioma Cerrado como o Parque do Jalapão, ao mesmo tempo dependentes e sensíveis ao fogo.

Agradecimentos

Agradecemos a: 1) Centro de Estudos Florestais (CEF) do Instituto Superior de Agronomia (ISA), Portugal, pelo acolhimento durante o pós-doutorado do autor principal; 2) Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Portugal, pela bolsa de pós-doutorado; 3) Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do INPE e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica das autoras secundárias.

Referências

- Coutinho, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: Goldammer, J.G. **Fire in the tropical biota**. New York: Springer-Verlag, 1990. cap. 6, p. 82-105.
- Fidelis, A.; Pivelo, V.R. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? **Biodiversidade Brasileira**, ano 1, n. 2, p. 12-25, 2011.
- Figueiredo, I.B. **Efeito do fogo em populações de capim dourado (*Syngonanthus nitens* euriocaulaceae) no Jalapão, TO**. 2007. 64p. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- França, H.; Ramos Neto, M. B.; Setzer, A.W. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Brasília: MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2007. 140 p.
- Klink, C.A.; Machado, R.B. A conservação do Cerrado. **Megadiversidade**, vol. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- Medeiros, M. B; Fiedler, N. C. Heterogeneidade de ecossistemas, modelos de desequilíbrio e distúrbios. **Biodiversidade Brasileira**, ano 1, n. 2, 4-11, 2011.
- Mistry, J. Decision-making for fire use among farmers in savannas: an exploratory study in the Distrito Federal, central Brazil. **Journal of environmental Management**, v. 54, n. 4, p.321-334, 1998.
- Mistry, J.; Bizerril, M. Por que é importante entender as inter-relações entre pessoas, fogo e áreas protegidas? **Biodiversidade Brasileira**, ano 1, n. 2, p. 40-49, 2011.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Monitoramento do Bioma Cerrado - 2009 – 2010**. 2011. Disponível: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf>. Acesso em: 05.nov.2012.
- Naturatins (Fundação Natureza do Tocantins). Plano de manejo do Parque Estadual do Jalapão: diagnóstico e planejamento. Palmas, TO: Naturatins. 2003.
- Pereira, J.M.C. Remote sensing of burned areas in tropical savannas. **International Journal of Wildland Fire**, v. 12, n. 4, p. 259–270, 2003.
- Schmidt, I.B. **Etnobotânica e ecologia populacional de *Syngonanthus nitens*: sempre-viva utilizada como artesanato no Jalapão, Tocantins**. 2005. 91p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade de Brasília, Brasília. 2005.
- Schmidt, I.B.; Sampaio, M.B.; Figueiredo, I.B.; Ticktin, T. Fogo e artesanato de capim-dourado no Jalapão – usos tradicionais e consequências ecológicas. **Biodiversidade Brasileira**. Ano 1, n. 2, p. 67-85, 2011.