ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Análise temporal da ocorrência de incêndios florestais no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCaN), Goiás¹

Bruno Gonçalves Paulino^{2,3}; Patrick Thomaz de Aquino Martins⁴

² Discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado. Universidade Estadual de Goiás, Br 153 nº 3.105- Fazenda Barreiro do Meio - Caixa Postal: 459, Anápolis, Goiás, Brasil.

³ Analista Ambiental. SECIMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. 11º Avenida, nº 1272, Setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil.

⁴ Professor Doutor, Câmpus Minaçu, Universidade Estadual de Goiás, Rua Santa Cruz, s/n, Vila de Furnas, CEP: 76450-000, Minaçu, Goiás, Brasil. Autor para correspondência: patrick.martins@ueg.br.

Artigo recebido em 27/01/2016 e aceito em 29/08/2016

RESUMO

A ausência de informações quantitativas dos incêndios ocorridos no interior do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCaN) inviabiliza o planejamento de medidas preventivas e de manejo do fogo no interior desta Unidade de Conservação (UC). Deste modo, o objetivo deste trabalho consistiu na identificação, delimitação e quantificação de áreas queimadas no interior do Parque, utilizando produtos de sensoriamento remoto e um Sistema de Informações Geográficas. No período de 1984 a 2014 foram identificadas cicatrizes de incêndios em dezoito anos, sendo nas imagens do mês de setembro o registro das maiores extensões de áreas queimadas. O maior incêndio ocorreu em 2008, atingindo aproximadamente 87,94 % da área total. O menor registro de incêndio identificado ocorreu em 2004, atingindo uma área de 222,31 hectares, correspondendo a 1,83% do PESCaN. Através da sobreposição dos polígonos demarcados como incêndios, observou-se que o número de ocorrências em uma mesma área variou de 1 a 14 vezes, porém, constatou-se que todas as áreas foram queimadas ao menos uma vez no intervalo avaliado. Foi possível conhecer e constatar fatores históricos importantes, podendo, assim, subsidiar o planejamento e gestão do fogo nesta UC, além de contribuir para futuras pesquisas no PESCaN.

Palavras-Chave: Unidade de Conservação, Cerrado, Sistema de Informação Geográfica, Áreas queimadas, Manejo Integrado do Fogo.

Temporal analysis of the occurrence forest fires in the State Park of Serra de Caldas Novas (PESCaN), Goiás State

ABSTRACT

The lack of quantitative information about the fires inside the State Park of Serra de Caldas Novas (PESCaN) prevents the development of preventive actions and fire management within this Conservation Unit (UC). Thus, the aim of this study was the identification, delimitation and quantification of burnt areas inside the Park, using remote sensing products and a Geographic Information System. In the period from 1984 to 2014 fire scars were identified in eighteen years, and in September the images show the largest tracts of burned areas. The largest fire occurred in 2008, reaching approximately 87,94% of the total area. The smallest identified fire record occurred in 2004, reaching an area of 222,31 hectares, corresponding to 1,83% of PESCaN. By overlapping the marked polygons as fire, it was observed that the number of occurrences in the same area varied from 1 to 14 times, however, it was found that all areas have been burned at least once in the range analyzed. It was possible to observe important historical factors which can, thus, support the planning and fire management in this UC, and contribute to future research in PESCaN.

Keywords: Conservation Unit, Cerrado, Geographic Information System, Burned Areas, Integrated Fire Management.

¹ Extraído da dissertação de mestrado intitulada “Análise Temporal Da Ocorrência De Incêndios Florestais No Parque Estadual Da Serra De Caldas Novas (PESCaN), Goiás”, de autoria do primeiro autor sob orientação do segundo autor.

Introdução

A frequência na ocorrência de incêndios florestais pode alterar significativamente as características fitofisionômicas de um determinado local, pois, áreas frequentemente queimadas tendem a se tornar mais abertas, prevalecendo a dominância de gramíneas, logo, a sobrevivência e estabelecimento de árvores jovens sofre influência negativa pela ocorrência de fogo frequente (Moreira, 2000; Miranda et al., 2002, 2009; Fidelis e Pivello, 2011).

Durante o final do período Terciário, a biogeografia das paisagens mundial foi alterada devido à ação do fogo, impactando consequentemente as funções ecossistêmicas (Pausas e Keeley, 2009; Fidelis e Pivello, 2011). O fogo influenciou no caráter evolutivo de diferentes espécies vegetais (Bond e Midgley, 1995; Schwillk e Ackerly, 2001; Silva et al., 2011), propiciando ampla distribuição de savanas pelo globo (Bond et al., 2005; Silva et al., 2011).

Conforme análises realizadas em pólen e carvão, com intuito de datar a presença do fogo nos Cerrados, foi constatado que o fogo já ocorria antes mesmo da chegada do homem na América do Sul, há pelo menos 32.000 anos (Guidon e Delibrias, 1986; Salgado-Labouriau e Ferraz-Vicentini, 1994; COOKE, 1998; Salgado-Labouriau et al., 1998; Ledru, 2002; Fidelis e Pivello, 2011).

Porém, uma maior constatação de evidências da ocorrência de queimadas no Cerrado foi datada do início do período Holoceno, há cerca de 11.500 anos (Behling, 1995; Behling e Pillar, 2007; Fidelis e Pivello, 2011), sendo que houve há, pelo menos, 10.000 anos, aumento da ocorrência do fogo no Cerrado devido a práticas indígenas de caça e manejo de vegetação (Miranda et al., 2002; Silva et al., 2011).

Os incêndios florestais podem ser classificados de duas formas, de acordo com a sua origem: (1) incêndios naturais, que são causados por descargas atmosféricas (raios) e geralmente ocorrem fora do período de seca; e (2) incêndios antrópicos, que tem sua origem relacionada a causas humanas (Soares e Batista, 2007). Seus impactos dependem do tipo de incêndio (subterrâneo, superficial e de copa), do regime de queima e do comportamento do fogo (Miranda et al., 2010).

Os incêndios florestais são um fator de perturbação nas Unidades de Conservação (UCs), que geralmente determina a estrutura da vegetação e sua composição. A ocorrência de grandes incêndios florestais em UCs no Brasil pode ser considerada uma grave ameaça para a conservação

da biodiversidade e manutenção de processos ecológicos (Medeiros e Fiedler, 2003). Assim, o conhecimento do regime de fogo, através da análise do padrão de intensidade, frequência e sazonalidade deste elemento em uma área pode fornecer subsídios para a redução dos índices de incêndios florestais (Agee, 1993).

Em estudo relacionado ao regime de queimadas no Parque Nacional (PARNA) da Chapada Diamantina (PNCD), Gonçalves et al. (2011) observaram que 59,41% das áreas foram atingidas por até quatro incêndios florestais no período abrangido de 25 anos e apenas 1,01% da área por cinco a nove incêndios. Este Parque apresenta regime de queimadas heterogêneo, com extensas áreas sem registros de focos de incêndios, enquanto outras áreas apresentam recorrência de nove vezes. Em 2008, após três a quatro anos sem queimar, o PNCD teve 41,93% de sua área afetada por incêndios. As variações nos diferentes regimes de queima das áreas do PNCD têm implicações para o manejo do fogo, tomando-se medidas de controle e visando à eficiência.

O Parque Nacional das Emas (PNE), UC de domínio federal localizada na região Sudoeste do estado de Goiás (GO), possui em seu histórico a frequente recorrência de incêndios e, por diversas vezes, foi impactada com incêndios florestais de grande escala. No ano de 1985, 80% de sua área total foi queimada em um único incêndio. Posteriormente, em 1988, a Unidade foi afetada por dois eventos de queima, totalizando 74% do Parque. Já em 1994, durante os meses de agosto e setembro, um incêndio de grande proporção queimou 93% da área do Parque (França et al., 2007).

No estado de Goiás, os incêndios florestais não são exclusividade dos Parques Nacionais. Nas UCs estaduais, os incêndios também são frequentes. Assim como no PNE, o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCaN) possui em sua história episódios semelhantes, ocorrendo incêndios de grande proporção com áreas extensas queimadas.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio) são os principais órgãos federais ligados à preservação e conservação do meio ambiente. No quesito incêndios florestais, esses órgãos utilizam de tecnologias de sensoriamento remoto, principalmente na detecção de focos de calor por satélite. Essa ferramenta é importante no monitoramento de ocorrências de

incêndios e os auxilia na prevenção e combate desses incidentes (Tomzhinski et al. 2011).

O monitoramento dos focos de calor e queimadas através da utilização de imagens de satélites é útil para áreas remotas, onde acessos, deslocamento e recursos para detecção não suprem a demanda (INPE, 2013). Realizada por meio de imagens, esta é uma ferramenta de ‘baixo custo’ que possui precisão nas informações, fornece uma periodicidade, reduz o desgaste em trabalhos de campo devido a locais extensos e de difícil acesso, além da rapidez em que as informações são produzidas.

Considerando o contexto de UCs, que geralmente são áreas extensas, com limitações nos acessos e vias, além de irregularidades no relevo e presença de vegetação por vezes fechada e inacessível, o sensoriamento remoto torna-se uma ferramenta eficiente e recomendada para gerar e processar dados de interesse.

Trabalhos envolvendo o tema incêndios florestais e sensoriamento remoto utilizam diferentes metodologias para gerar um produto final, apresentando variações nos satélites, sensores, bandas espectrais, índices, etc. Segundo Roza e Ribeiro (2013), a análise das bandas espectrais através da intensidade dos níveis digitais em imagens Landsat TM 5 é importante para identificar bandas mais adequadas para a localização de focos de incêndios e concluíram que a banda do infravermelho próximo (0,76-0,90 μm) é mais recomendada para estimar áreas queimadas com baixa intensidade de nível digital.

Com o entendimento dos efeitos causados por distúrbios ambientais e dos fundamentos ecológicos para a conservação, vários países ao longo dos anos vêm alterando suas políticas para o manejo do fogo em áreas protegidas (Medeiros e Fiedler, 2011). No Brasil, a visão pragmática de que o fogo deve ser excluído dessas áreas está sendo discutida, onde, aos poucos, o uso do fogo controlado torna-se uma alternativa e ferramenta para manejo de UCs, carecendo ainda de respaldo legal para os gestores e técnicos, além de políticas atuais. O objetivo deste trabalho consistiu na identificação, delimitação e quantificação de áreas queimadas no interior do PESCaN

Área de Estudo

Criado pela Lei Nº 7.282, de 25 de setembro de 1970, o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas foi a primeira Unidade de Conservação do estado, decretada por iniciativa do governo de Goiás. Toda sua área foi indenizada e é

de posse e domínio do estado de Goiás. O PESCaN está localizado na Serra de Caldas Novas (Figura 1), formação geográfica situada em parte dos municípios de Caldas Novas e de Rio Quente, dentro das seguintes coordenadas geográficas: 17°43'56"S, 48°40'23,7"W; 17°43'56"S, 48°44'25"W; 17°50'55,75"S, 48°42'57,6"W; 17°50'55,7"S, 48°40'0"W (Femago, 1997).

A preocupação com o crescimento acelerado dos municípios de Caldas Novas e Rio Quente, devido ao processo de urbanização e a perfuração indiscriminada de poços tubulares profundos na busca de águas termais, levou alguns ambientalistas a sensibilizarem os órgãos governamentais para a criação do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, como forma de proteger toda a serra da ação antrópica (Femago, 1987).

O Parque está inserido no Bioma Cerrado. Sua vegetação é caracterizada por um mosaico composto por formações campestres, savânicas e florestais (Ribeiro e Walter, 2008; Lima et al., 2010). No platô da Serra, a vegetação característica é cerrado *strictu sensu*, campo sujo e campo limpo. Já nos afloramentos rochosos são encontrados campo rupestre, cerradão, veredas em lugares úmidos e matas de galeria, as quais estão sempre próximas aos córregos e nascentes nos vales da encosta (Novaes, 1983; Magnago et al., 1983; Lopes et al., 2009).

A Serra de Caldas constitui uma elevação com um cume aplainado formando uma chapada em forma elipsoidal com eixos de 15 e 9 km, situada a 1.043 metros de altitude em relação ao nível do mar (Femago, 1997).

O clima característico do PESCaN é AW, segundo o sistema de classificação de Köppen, apresentando pluviosidade média anual de 1.500 mm, com as chuvas concentrando-se no período de outubro a março (NIMER, 1989; LIMA, et al., 2010).

O Plano de Manejo do PESCaN foi elaborado no ano de 1997, antes mesmo da Lei SNUC (9.985/2000). Este Plano estabeleceu o zoneamento da unidade, bem como as regras que devem reger a UC e seu entorno. O planejamento está estruturado em programas e subprogramas. Nos “Programas de Manejo do Meio Ambiente” destacam-se: i) subprograma de proteção: entre as ações sugeridas está a adoção de medidas específicas para prevenção de incêndios, as quais deveriam ser desenvolvidas em conjunto com o Batalhão Florestal e o Corpo de Bombeiros Militar, o controle rigoroso de entrada e visitação, cercamento do perímetro da UC, regularização fundiária, proteção contra a introdução de espécies exóticas, tanto de fauna como de flora e proteção

das fontes de água. ii) subprograma de pesquisas: detalhar e desenvolver trabalho técnicos nos diversos ambientes do Parque, incentivar e dar condições para o desenvolvimento de pesquisas e buscar subsídios técnicos para promover o manejo adequado do PESCaN. iii) subprograma de

monitoramento: acompanhar a evolução dos ambientes, identificar característica da visitação objetivando adequação ao uso público e monitorar e identificar locais de risco para ocorrência de incêndios objetivando a prevenção (FEMAGO, 1997).

Figura 1. Localização do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCaN).

O plano de manejo contempla ainda um subprograma específico sobre atividades desenvolvidas no entorno da UC, com objetivo de integrar a população no contexto do Parque e informar sobre a importância ecológica de sua implantação para a sociedade. As ações visam principalmente a prevenção de incêndios, coibir a caça e pesca, além da conservação da fauna, flora e solos (FEMAGO, 1987).

Material e métodos

Aquisição de Imagens de Satélite

A ocorrência de incêndios no PESCaN foi avaliada por meio do método de análise visual de

imagens de sensoriamento remoto orbital. Os dados obtidos foram trabalhados no ambiente de um sistema de informações geográficas.

Foram produzidos mapas com a identificação de queimadas a partir de imagens fornecidas pelos satélites Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8 e Resourcesat 1. As imagens foram obtidas gratuitamente através do banco de dados digital do sítio eletrônico do *United States Geological Survey* (USGS), disponível no endereço <<http://earthexplorer.usgs.gov>>, juntamente com imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponíveis no endereço <www.dgpi.inpe.br>.

Utilizou-se a informação de órbita/ponto (221/72) referente ao quadrante da localização do município de Caldas Novas em relação à passagem dos satélites Landsat 5, 7 e 8, obtendo, assim, cenas abrangendo os limites do PESCaN.

Posteriormente, utilizando opções de pesquisa no sítio da USGS, limitou-se o período de abrangência do estudo para os meses de maio a outubro. Os meses utilizados no estudo foram definidos em função do clima, pois, devido à baixa umidade e às temperaturas elevadas, esse período é considerado o mais crítico para a ocorrência de incêndios florestais no Cerrado, além de apresentar cenas com menor quantidade de nuvens sobrepondo a área de estudo.

A aquisição das imagens foi realizada por meio de uma triagem visual. Foram selecionadas imagens disponíveis para o período abrangido entre 01/05/1984 e 31/10/2014. O parâmetro utilizado para a escolha das imagens consistiu na ausência de falhas e interferências, como ruídos, sombras e nuvens sobrepondo a área de estudo, selecionando, quando possível, uma imagem por mês.

Quanto a disponibilidade de cenas, no período de 1984 a 2011, utilizou-se imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 7, com os respectivos sensores TM e ETM+.

No período de 2009 a 2013, com intuito de preencher o lapso temporal provocado pela inatividade dos satélites Landsat 5 e 7 até o lançamento e operação do Landsat 8, utilizou-se o satélite Resourcesat 1. Nos anos 2013 e 2014 utilizou-se imagens do satélite Landsat 8, fornecidas pelo sensor OLI.

Análise das Imagens

O programa utilizado no processamento das cenas e elaboração dos mapas foi o software

QGIS 2.0.1 – Dufour (QGIS, 2013). Nele, primeiramente, realizou-se a definição e padronização do sistema de referência de coordenadas, adotando-se o sistema SIRGAS 2000 / UTM zona 22S. As cenas obtidas pela USGS já são fornecidas com boa correção geométrica, dispensando o georreferenciamento, diferentemente das cenas obtidas pelo INPE, onde há a necessidade de realizar-se o registro. Esse registro, quando necessário, foi desenvolvido no software QGIS.

Posteriormente, foi realizada a composição colorida Red (R) Green (G) Blue (B), com as seguintes arranjos: R5G4B3 nas cenas Landsat 5 e 7 (Figura 2), R6G5B4 no Landsat 8 e R4G5B6 no Resourcesat1.

Logo, as cicatrizes de incêndios foram identificadas de duas formas. A primeira situação é típica de pós-queima, devido ao acúmulo de carvão e cinzas da vegetação depositada sob o solo. Esse material absorve a radiação em uma ampla faixa do espectro ótico e isso promove pouca reflectância. Dessa forma, as queimadas aparecem como manchas escuras, contrastando com a vegetação não queimada (Figura 2). Sua permanência no campo depende dos fatores climáticos, já que o vento e a chuva podem remover esse material. A segunda situação foi através da observação do solo exposto, sem cinzas, carvão ou vegetação, em função da queimada. Seu tempo de duração é curto devido, principalmente, ao início da rebrota das gramíneas, podendo durar poucas semanas (FRANÇA et al., 2007). Os polígonos representando as cicatrizes mensais de incêndios em cada ano foram demarcados manualmente de forma sequenciada (Figura 2).

Figura 2. Feições na cor escura, representando cicatrizes de incêndios contrastando com a vegetação não atingida (esquerda) e o resultado da demarcação manual das cicatrizes (direita), sobre a mesma imagem, representado por polígonos com contorno vermelho.

Quanto a definição adotada para o termo “recorrência de incêndios”, utilizado em estudos de padrões de recorrência do fogo, adotou-se a proposta por Heinselman (1981), referindo-se aos intervalos de retorno do fogo a uma mesma área.

Para representar os dados obtidos, foram gerados mapas anuais utilizando-se das imagens raster e os dados dos polígonos de áreas queimadas. Para quantificar o número de sobreposições dos polígonos de áreas queimadas, aplicou-se o método “Spaghetti and Meatballs”. Desenvolvido por Dale Honeycutt, esse método promove a contagem de um mapeamento realizado repetidas vezes, em diferentes períodos, sobre uma mesma área. Neste trabalho, o fenômeno analisado foi a recorrência de incêndios e, por meio da contagem dos polígonos sobrepostos, foi possível categorizar o número de recorrências, classificando áreas com maiores reincidências de eventos de queima.

Resultados e discussão

No processamento digital foram triadas 126 imagens de satélite. Para a elaboração dos mapas com as cicatrizes de queimadas utilizou-se trinta e uma das imagens que foram triadas. As características das imagens são listadas na Tabela 1. Gonçalves et al. (2011) desenvolveram um trabalho de identificação de queimadas no PNCD, no período de 1973 a 2010, utilizando os satélites Landsat 1, 2, 3 e 5. Das 234 imagens obtidas, 131

foram descartadas devido a presença de nuvens recobrimdo a área de estudo.

No período de trinta e um anos avaliado neste estudo, identificou-se a ocorrência de incêndios florestais em dezoito anos. Nestes dezoito anos, ocorreram sete incêndios que queimaram uma extensão superior a 50% da área total do PESCaN. Além disso, houve grande variabilidade na extensão anual dos incêndios. Os anos que apresentaram maior extensão de área queimada foram 1985 com 9.824,58 ha (80,80 %) e 2008 com 10.692,68 ha (87,94 %).

Incêndios Florestais no PESCaN de 1984 a 1993

A partir da análise das imagens Landsat 5, foi possível detectar e delimitar a ocorrência de sete incêndios florestais ocorridos nos dez primeiros anos de análise (Tabela 2). As maiores extensões de áreas queimadas foram registradas, respectivamente, nos meses de setembro, outubro e agosto (Figura 3A). Não foram identificados incêndios nas imagens referentes ao mês de maio e apenas um polígono foi demarcado em junho.

Foram registrados três incêndios florestais de grandes proporções nos anos de 1985, 1987 e 1992, cada um atingindo mais de 50% da área total do parque. Outros três incêndios, de média proporção, ocorreram nos anos de 1984, 1986 e 1993, queimando entre 20 e 50% da área

total do parque, e o de menor proporção, com apenas 8,47% de área afetada, ocorreu em 1988.

O intervalo entre o registro das maiores ocorrências foi de sete anos (1985 a 1992). Nesse intervalo, outra queimada de grande proporção atingiu o PESCaN, em 1987, consumindo cerca de 6.464,23 ha.

Constatou-se que no ano de 1989 só haviam cenas disponíveis para os meses de julho e agosto e em 1990 apenas junho e julho. Nessas cenas não foram identificadas cicatrizes. Porém, a ausência de imagens prejudicou o registro de possíveis incêndios, podendo subestimar a área real afetada. Em 1991 não houve identificação de cicatriz de incêndio.

O regime de incêndios no período de 1984 a 1993 foi intenso, com recorrência quase anual. No total, aproximadamente 38.622 ha foram queimados, cerca de 317,64%, ou seja, mais de três vezes a área total do Parque (Tabela 3).

No total, 549 polígonos foram demarcados e sua ocorrência ficou distribuída entre uma e seis repetições. A classe que apresentou maior quantidade de área queimada foi de três recorrências, somando uma área de aproximadamente 15.098,57 ha, cerca de 124,18 % dos incêndios registrados no período. O maior número de recorrências registradas foi distribuído em seis polígonos, totalizando 16,31% da área do Parque. Os dados demonstram que apenas 2,38% da área do PESCaN queimou somente uma vez.

O mapa de sobreposição (Figura 4A) ilustra a distribuição das recorrências ao longo do período. Nele, identificou-se que o maior número de recorrências está localizado na porção do parque voltada para Caldas Novas, limítrofes as vias de acesso internas. Nesse período, por inferir que o Parque não possuía cercamento e estrutura adequada para o controle de acesso ao interior da UC, e devido à existência de fluxo de pessoas nas vias internas de forma desordenada, a ação de incendiários pode ser uma justificativa para o maior número de registros próximos a essas vias.

Esta configuração corrobora a ideia de Pivello e Coutinho (1992), os quais afirmam que, na maioria das áreas protegidas, mesmo existindo controle das ocorrências fogo, as queimadas de origem antrópica são muito mais frequentes que as naturais e geralmente se iniciam em áreas limítrofes.

O uso do fogo em sistemas agrícolas e os incêndios florestais provocados por ação antrópica representam as maiores pressões em áreas de clima tropical e subtropical no manejo do solo (ITTO, 1997). Naeher et al. (2005) cita que, apesar da grande quantidade de estudos sobre os impactos da

poluição na saúde humana, poucos se referem especificamente aos impactos na saúde coletiva decorrentes dos incêndios florestais. Esses efeitos ainda são pouco estudados, embora muitas vezes o nível de poluição proveniente da queima de biomassa vegetal ultrapasse as medições de grandes centros urbanos (Artaxo et al., 1994; Naeher et al., 2007).

A queima de biomassa vegetal contribui anualmente na emissão de poluentes gasosos, incluindo os de efeito estufa (Souza, 2008), e eleva os níveis de poluentes atmosféricos, os quais podem causar efeitos prejudiciais à saúde humana. Evidências científicas indicam que partículas menores que 2,5µm tem maiores probabilidades de se depositarem no trato respiratório humano, podendo desencadear vários efeitos negativos em decorrência de sua composição físico química, toxicológica e/ou carcinogênica (WHO, 1999).

A queima pode causar, ainda, efeitos indiretos diversos, como os observados por Mims et al. (1996), os quais asseguram que a fumaça produzida pelos incêndios podem provocar a redução na radiação solar, reduzindo a taxa de fotossíntese e, consequentemente, a produção primária, afetando as culturas agrícolas, bloqueia os raios ultravioleta, promovendo aumento no número de agentes patogênicos presentes no ar e água, além de contribuir para o aumento na taxa de sobrevivência de mosquitos vetores de doenças.

Incêndios Florestais no PESCaN de 1994 a 2003

Nos próximos dez anos, foi possível detectar e delimitar, a partir da análise de imagens Landsat 5 e Landsat 7, a ocorrência de seis incêndios florestais ocorridos no período de dez anos. Pode-se inferir que as maiores extensões de áreas queimadas foram registradas, respectivamente, nos meses de outubro, setembro, e agosto.

No ano de 2002 foi registrado um incêndio de grande proporção, atingindo mais de 52,54% da área total do PESCaN. Porquanto, em 1994 houve um incêndio de média proporção, queimando 40,40% da área do parque. Outras quatro ocorrências de incêndio foram caracterizadas de pequena proporção, ocorreram nos anos de 1995, 1998, 1999 e 2001, afetando até 20% do parque.

A somatória dessas pequenas ocorrências (5.782,30 ha) foi menor do que a área total registrada em um único evento no ano 2002 (6.388,08 ha), a maior ocorrência nesse período. Observou-se que houve uma redução no quantitativo de áreas queimadas em relação ao

período anterior, de 38.622 ha para 17.082,93 ha,
cerca de 177,13%

Tabela 1. Relação de imagens Landsat 5 e 7 obtidas na página da USGS e utilizadas para delimitar as cicatrizes de incêndios no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas.

Nº imagem	Data	Satélite	Órbita/Ponto
1	11/06/1984	Landsat 5	222/71
2	29/07/1984	Landsat 5	222/71
3	14/08/1984	Landsat 5	222/71
4	16/07/1985	Landsat 5	222/71
5	01/08/1985	Landsat 5	222/71
6	17/08/1985	Landsat 5	222/71
7	18/09/1985	Landsat 5	222/71
8	04/10/1985	Landsat 5	222/71
9	21/09/1986	Landsat 5	222/71
10	07/10/1986	Landsat 5	222/71
11	06/07/1987	Landsat 5	222/71
12	10/10/1987	Landsat 5	222/71
13	25/08/1988	Landsat 5	222/71
14	10/09/1988	Landsat 5	222/71
15	21/09/1992	Landsat 5	222/71
16	08/09/1993	Landsat 5	222/71
17	13/10/1994	Landsat 5	222/71
18	13/08/1995	Landsat 5	222/71
19	14/09/1995	Landsat 5	222/71
20	22/09/1998	Landsat 5	222/71
21	24/10/1998	Landsat 5	222/71
22	08/08/1999	Landsat 5	222/71
23	30/09/2001	Landsat 5	222/71
24	11/10/2002	Landsat 7	222/71
25	27/10/2002	Landsat 7	222/71
26	22/09/2004	Landsat 5	222/71
27	12/09/2006	Landsat 5	222/71
28	28/09/2006	Landsat 5	222/71
29	01/09/2008	Landsat 5	222/71
30	23/09/2010	Landsat 5	222/71
31	26/09/2011	Landsat 5	222/71

Figura 3. Área queimada (ha) no interior do PE da Serra de Caldas Novas no período compreendido entre os anos de 1984 a 1993 (A), de 1994 a 2003 (B), de 2004 a 2014 (C) e de 1984 a 2014 (D) distribuídos nos meses de maio a outubro.

A distribuição das ocorrências de incêndios ao longo dos anos foi bastante heterogênea (Tabela 2 e Figura 3B), com períodos curtos de recorrências, cerca de dois anos, e um intervalo de oito anos entre os maiores incêndios. Nas cenas dos anos 1997, 2000 e 2003 não foram identificadas cicatrizes. No ano de 1996 não haviam cenas disponíveis. A ausência de imagens prejudicou o registro de possíveis incêndios, podendo subestimar a área real afetada.

Quanto à recorrência, no total 129 polígonos foram demarcados e sua ocorrência ficou distribuída entre uma e quatro repetições. O regime de incêndios no período de 1994 a 2003, em comparação ao período anterior, apresentou redução no número de recorrência máxima para até quatro vezes, essa classe apresentou aproximadamente 1.144,28 ha queimados, cerca de 9,41% do total registrado (Tabela 4).

A classe que apresentou maior quantidade de área queimada foi de apenas uma ocorrência, com vinte polígonos, somando uma área de aproximadamente 8.736,62 ha, cerca de 71,85% dos incêndios registrados no período. Seguida pela de três ocorrências, apresentando cerca de 46,60% do total registrado, distribuídos em trinta e um polígonos. Outros setenta e um polígonos registraram até duas ocorrências,

totalizando 12,63% da área total queimada no período.

O mapa de sobreposição (Figura 4B) ilustra a distribuição das recorrências ao longo do período. Nele, identificou-se que o maior número de recorrências está localizado na porção do parque voltada para Rio Quente, novamente em áreas limítrofes as vias de acesso internas. Nesse local existe uma trilha da base da serra que dá acesso a um mirante natural, porém, neste local, não há controle da visitação, o que pode facilitar a ação de incendiários.

Nesse período avaliado, o Parque começou a ser estruturado e várias mudanças ocorreram na administração. No ano de 1998 foi inaugurada a sede do Parque, juntamente com o cercamento de toda a UC. Tal fato pode ter contribuído para a redução da ocorrência de incêndios, pois promoveu restrições ao trânsito de pessoas no interior da unidade e o controle na entrada de visitantes, isso pode ter dificultando o acesso de incendiários ao topo do platô e consequentemente no número de recorrências.

No PNE a presença dos aceiros e estradas atuaram como barreiras ao avanço das queimadas (França et al., 2007), solução que poderia ser adotada também no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas.

Tabela 2. Área queimada (ha) no interior do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas no período compreendido entre os anos de 1984 e 2014.

Ano	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Hectares	%
1984	0	77,17	3.117,91	2.297,21	0	0	5.492,30	45,17
1985	0	0	2.292,61	2.558,71	4.973,27	0	9.824,58	80,80
1986	0	0	0	0	2.479,95	1.083,056	3.563,01	29,30
1987	0	0	49,83	0	0	6.414,40	6.464,23	53,16
1988	0	0	0	955,19	74,20	0	1.029,39	8,47
1989	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	7.970,31	0	7.970,31	65,55
1993	0	0	0	0	4.278,18	0	4.278,18	35,19
1994	0	0	0	0	0	4.912,55	4.912,55	40,40
1995	0	0	0	1.188,10	901,97	0	2.090,07	17,19
1996	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	2.211,17	0	2.211,17	18,19
1999	0	0	0	282,70	0	0	282,70	2,33
2000	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	1.198,36	0	1.198,36	9,86
2002	0	0	0	0	0	6.388,08	6.388,08	52,54
2003	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	222,31	0	222,31	1,83
2005	0	0	0	0	0	0	0	0,00
2006	0	0	0	0	8.858,36	0	8.858,36	72,85
2007	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	10.692,68	0	10.692,68	87,94
2009	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	299,87	0	299,87	2,47
2011	0	0	0	0	7.507,44	0	7.507,44	61,74
2012	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	77,17	5.460,35	7.281,91	51.668,07	18.798,10	83.285,60	684,97

Incêndios Florestais no PESCaN de 2004 a 2014

No último período observado, foi possível detectar e delimitar a ocorrência de cinco incêndios florestais ocorridos no intervalo de onze anos. Pode-se inferir que todas as queimadas foram registradas no mês de setembro (Figura 3C).

Foram registrados três incêndios de grande proporção nos anos de 2006, 2008 e 2011, cada um atingindo mais de 50% da área total do PESCaN. O incêndio de 2008 foi o que apresentou

a maior extensão de área queimada neste estudo, com cerca de 10.692,68 ha, representando 87,94% da UC. Outras duas ocorrências foram caracterizadas de pequena proporção, em 2004 e 2010. O registro de menor proporção foi observado em 2004, com área atingida de apenas 222,31 ha ou 1,83% do parque (Tabela 2).

Neste período, observou-se o maior e o menor registro de áreas queimadas em todo o intervalo avaliado no estudo. Outro ponto

importante foi a percepção e caracterização do regime de queima de forma bienal, ou seja, a cada dois anos o parque foi afetado por incêndios (2002, 2004, 2006, 2008, 2010), intercalado por pequenos registros de ocorrência contrastando com extensas áreas queimadas.

De acordo com França et al. (2007), grandes incêndios que queimam quase toda a totalidade da vegetação de um Parque podem provocar homogeneidade da cobertura vegetal e no acúmulo de biomassa. No PARNA das EMAS, local de estudo dos referidos autores, foram adotadas medidas de proteção e manejo das áreas,

a partir da construção de aceiros, além da utilização do fogo na queima controlada, possibilitando a criação de mosaicos na vegetação, promovendo características heterogêneas. Esses mosaicos são ampliados naturalmente devido à ocorrência frequente de incêndios naturais causados por raios.

A somatória dessas pequenas ocorrências (522,18 ha) foi absolutamente menor do que a área total registrada em um único evento no ano 2008 (10.692,68 ha). Percebeu-se ainda aumento no quantitativo de áreas queimadas em relação ao período anterior, de 17.082,93 ha para 27.580,66 ha, totalizando 226,83% da UC.

Tabela 3. Polígonos, áreas e percentuais do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas afetados pelas diferentes recorrências de incêndios no período compreendido entre os anos de 1984 e 1993.

Nº de recorrências	Nº de polígonos	Hectares	% PESCaN
1	52	289,35	2,38
2	120	5.853,11	48,14
3	162	15.098,57	124,18
4	138	12.025,82	98,90
5	71	3.371,60	27,73
6	6	1.983,55	16,31
Total	549	38.622	317,64

Tabela 4. Polígonos, áreas e percentuais do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas afetados pelas diferentes recorrências de incêndios no período compreendido entre os anos de 1994 e 2003.

Nº de recorrências	Nº de polígonos	Hectares	% PESCaN
1	20	8736,62	71,85
2	71	1535,54	12,63
3	31	5666,49	46,60
4	7	1144,28	9,41
Total	129	17082,93	140,50

Figura 4. Mapa de queima acumulada, representando as recorrências de incêndios no PE da Serra de Caldas Novas nos períodos compreendidos entre 1984 e 1993 (A), 1994 e 2003 (B), 2004 e 2014 (C) e 1984 e 2014 (D).

No Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, na Bahia, Gonçalves et al. (2011) relatam que a maior extensão de áreas queimadas neste PARNA também ocorreu no ano de 2008. No PESCaN, a retirada de 18.000 cabeças de gado bovino do interior do Parque, no ano de 2003, juntamente com a atuação de brigadistas no controle dos focos de incêndio, pode ter propiciado o acúmulo de biomassa vegetal ao longo dos anos em várias áreas. Essa situação, aliada a ocorrência de condições climáticas favoráveis aos incêndios, prolongamento da seca e a redução das chuvas no período de outubro a novembro, foram as principais justificativas para os acontecimentos no PNCD (Gonçalves et al., 2011) e pode ter ocorrido, de forma similar, no PESCaN.

A distribuição das ocorrências de incêndios ao longo dos anos apresentou caráter homogêneo, com períodos curtos de recorrência, cerca de dois anos, até mesmo no intervalo entre os maiores registros de incêndios (2006 e 2008).

Não foram identificados incêndios nas cenas de 2005, 2007 e 2009. Porém, a ocorrência de nuvens nas cenas de agosto a outubro de 2009 impediram a visualização da área de estudo. A ausência de imagens prejudicou o registro de possíveis incêndios, podendo subestimar a área real afetada. Analisando as imagens do satélite Resourcesat 1, não foram identificados incêndios nas cenas de 2012. Nas cenas do Landsat 8, em 2013 e 2014, também não foram identificados ocorrência de incêndios.

Quanto à recorrência, no total 225 polígonos foram demarcados e sua ocorrência ficou distribuída entre uma e cinco repetições. O regime de incêndios no período de 2004 a 2014, em comparação ao período anterior, apresentou aumento no número de recorrência máxima para até cinco vezes. Esta classe apresentou aproximadamente 420,82 ha queimados, cerca de 3,46 % do total registrado (Tabela 5).

Tabela 5. Polígonos, áreas e percentuais do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas afetados pelas diferentes recorrências de incêndios no período compreendido entre os anos de 2004 e 2014.

Nº de recorrências	Nº de polígonos	Hectares	% PESCaN
1	47	3.151,5	25,92
2	107	5.676,53	46,69
3	58	17.574,08	144,54
4	10	757,73	6,23
5	3	420,82	3,46
Total	225	27.580,66	226,83

A classe que apresentou maior quantidade de área queimada foi de três ocorrências, cinquenta e oito polígonos, somando uma área de aproximadamente 17.574,08 ha, cerca de 144,54% dos incêndios registrados no período. Seguida pela de duas ocorrências, apresentando cerca de 46,69% do total registrado, distribuídos em 107 polígonos. Outros quarenta e sete polígonos registraram apenas uma ocorrência, totalizando 25,92% da área total queimada no período.

Eventos sucessivos de queima resultam na redução progressiva da diversidade, simplificando a estrutura vegetacional. Comparando a composição florística em áreas queimadas e não queimadas na região de São Paulo, Durigan et al. (1994) registraram a quantia de 101 a 125 espécies lenhosas em áreas não

queimadas, já nas áreas frequentemente queimadas o número reduziu para 44. Eiten e Sambuichi (1996) corroboram o observado por Durigan et al. (1994). Na vegetação de Cerrado *sensu stricto* localizada em Brasília, ao comparar a riqueza de espécies entre duas áreas, a protegida do fogo obteve 41 espécies a mais em comparação com a frequentemente queimada, apresentando redução de 38% no número de espécies do estrato arbóreo-arbustivo. Porém, Fiedler et al. (2004) não obtiveram o mesmo padrão, um inventário florestal foi realizado logo após a queimada e, decorridos três anos, foi constatado o incremento de 13 novas espécies nessa área.

No mapa de sobreposição (Figura 4C) do período, identificou-se que o maior número de recorrências está localizado na porção do parque voltada para Rio Quente, em uma região bem próxima aos

limites do Parque. O mapa define claramente grandes polígonos com suas respectivas ocorrências, as vias de acesso aparentemente limitam os polígonos, possivelmente pela quebra da continuidade do material combustível.

Recorrência Total de Incêndios

Todos os dados referentes aos incêndios identificados no período de estudo estão listados na Tabela 2. O PESCaN queimou, aproximadamente, 83.285,60 ha, cerca de 684,97% ao longo dos últimos 31 anos, ou seja, mais de seis vezes a sua área total. Com este conjunto de dados, é possível determinar que a área queimada anual apurada no PESCaN foi de $2.686,63 \pm 626,75$ ha.

A Figura 4D representa, visualmente, as recorrências de incêndios florestais no interior do PESCaN no período compreendido entre os anos de 1984 e 2014. Neste intervalo, observou-se que toda a extensão do parque foi atingida pelo menos uma vez por algum incêndio florestal. As vias de acesso internas funcionaram como obstáculos, impedindo a passagem do fogo para outros quadrantes do parque. Na Figura 4D é possível observar claramente a variação de reincidências de incêndios em polígonos próximos às vias.

É possível observar com detalhes as áreas com maiores recorrências de incêndios. Foram identificados polígonos que tiveram de 1-14 ocorrências, correspondendo aos valores mínimos e máximos observados. A Tabela 6 quantifica as reincidências e a área afetada.

A área de maior recorrência está localizada na porção oeste do parque, voltado para o município de Rio Quente. Nessa região existe alto fluxo de pessoas devido, principalmente, às atividades de turismo envolvendo a água termal. A proximidade do município aos limites do parque e o desenvolvimento de atividades turísticas dentro da área de influência deste são pressões que devem ser estudadas detalhadamente, buscando subsidiar a gestão e o manejo adaptativo do parque.

Observou-se que as cicatrizes de incêndios foram mais identificadas no mês de setembro, correspondendo a uma área de 51.668,07 ha ou 62,03 % do total de ocorrências. No mês de outubro foram registradas 22,57% do total de ocorrências, em agosto 8,74% e em julho 6,55%. O mês de junho apresentou apenas 0,92 % de ocorrências de cicatrizes de incêndios, correspondendo a apenas um polígono demarcado. Não foram identificadas cicatrizes de incêndios nas imagens referentes ao mês de maio.

Tabela 6. Polígonos, áreas e percentuais do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas afetados pelas diferentes recorrências de incêndios no período compreendido entre os anos de 1984 e 2014.

Nº de recorrências	Nº de polígonos	Hectares	% PESCaN
1	12	33,15	0,27
2	16	39,24	0,32
3	46	172,12	1,42
4	163	2.354,95	19,37
5	285	9.313,32	76,60
6	445	18.929,81	155,69
7	494	18.579,08	152,80
8	354	16.509,73	135,78
9	228	10.958,08	90,12
10	105	3.544,87	29,15
11	48	1.372,93	11,29
12	23	880,21	7,24
13	5	569,77	4,69
14	1	28,34	0,23
Total	2.225	83.285,60	684,97

Tempo decorrido do último incêndio

O tempo decorrido do último incêndio deriva do mapa de recorrência total, onde, por meio

da utilização de ferramentas de seleção espacial, os polígonos sobrepostos foram identificados por sua ocorrência, do mais recente ao mais antigo, produzindo um mapa que informa quais os locais que não queimam há mais tempo (Figura 5 e Tabela 8).

Por meio do mapa, também é possível inferir sobre áreas com maior acúmulo de biomassa, e que, consequentemente, oferecem maior risco para ocorrência de incêndios de grande intensidade. Essa informação é importante, pois, através dela, pode-se sugerir ações de manejo para o controle do material combustível armazenado nas áreas, promovendo mosaicos de vegetação com diferentes tempos de queima.

Figura 5. Mapa de tempo decorrido do último incêndio no PE da Serra de Caldas Novas entre os anos de 1984 e 2014.

Pode-se inferir que o Parque tem aproximadamente 61,74% de sua área apresentando três anos sem queimar e outros 36,30% há seis anos, dividindo o parque em duas principais áreas com acúmulo de biomassa. Esse fato pode propiciar uma homogeneidade na distribuição da biomassa ao longo da área do Parque, o que facilita a dispersão de incêndios no seu interior.

Na dinâmica vegetacional, os indivíduos sobreviventes à passagem do fogo e que sofreram danos moderados ficam com a sobrevivência comprometida, podendo provocar alterações na estrutura e composição das espécies no sistema, caso novos eventos de queima ocorram em intervalos curtos de tempo. Estudos sugerem que a ocorrência de queimadas sucessivas, ocorrendo no mês de agosto, independente da frequência (anual, bienal ou quadrienal), podem danificar severamente a vegetação de campo sujo, provavelmente devido ao pequeno porte dos indivíduos (Sato et al., 2010).

Sato (2003), em estudo realizado para avaliar o efeito das queimadas bienais aplicadas no período de 10 anos durante os meses de junho, agosto e setembro, em vegetação de Cerrado *sensu stricto*, obteve variação nos valores mensais de mortalidade a partir da segunda queimada. Porém, ao final dos 10 anos, depois de aplicadas cinco queimadas, a autora (2003) constatou, através do inventário florestal inicial e pós-queimadas, a perda no número de indivíduos de algumas espécies, o que sugere que essas não são tolerantes ao fogo frequente. Confirmando Sato (2003), em estudo realizado por Lopes et al. (2009), no PESCaN, foram avaliados parâmetros fitossociológicos em duas parcelas na vegetação predominante de Cerrado *sensu stricto*, uma queimada em 2002 com reincidência em 2006 e outra não afetada por esses eventos. Os resultados obtidos por Lopes et al. (2009) foram comparados aos do inventário de Sato (2003) e observou-se que quando analisado as espécies comuns aos dois estudos, a tendência na redução do quantitativo de indivíduos manteve o observado por Sato (2003), apenas uma espécie apresentou aumento no número de indivíduos na parcela queimada. Lopes et al. (2009) afirmam, ainda, que a frequência das queimadas ocorridas na área não foi suficiente para evidenciar o efeito do fogo no processo de alteração na composição das espécies lenhosas, mas sua ocorrência modificou a estrutura da vegetação.

Distribuição dos incêndios ao longo dos meses

Foi possível identificar e determinar, ainda, os meses que apresentaram maiores extensões de áreas queimadas. Nos meses de agosto, setembro e outubro o parque foi mais atingido por incêndios florestais (Tabela 7 e Figura 3D), informação que coincide com o clímax do período seco em Goiás.

Este fato é corroborado por Coutinho (1990). Segundo este autor, a queima da vegetação como prática de manejo para a criação de gado é a principal atividade associada ao fogo. No período

seco, que se estende por 3 a 4 meses na região central do Cerrado, o gado sofre com a falta de palatabilidade da vegetação. Logo, a queima da vegetação no período seco (agosto-setembro) constitui-se uma prática de renovação dos pastos

mais utilizada pelos fazendeiros, pois não se atribui altos custos à sua realização. O resultado é rápido e pode ser observado após poucos dias da queima, surgindo a rebrota da vegetação.

Tabela 7. Percentual de identificação de incêndios ao longo dos meses avaliados no período compreendido entre os anos de 1984 e 2014 no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas.

Mês	Hectares	%
Maio	0	0
Junho	77,17	0,92
Julho	5.460,35	6,55
Agosto	7.281,91	8,74
Setembro	51.668,07	62,03
Outubro	18.798,10	22,57
Total	83.285,60	100

Diferente das comunidades vegetais, as quais são relativamente bem conhecidas em todo o mundo, o efeito do fogo sobre as comunidades animais de formações savânicas é relativamente pouco conhecido (Barcellos, 2001; Frizzo et al., 2011) e não podem ser generalizados, pois estes estão ligados às consequências sobre a vegetação (Barcellos, 2001), além de outros fatores, tais como espécies e suas características ecológicas, intensidade, frequência, velocidade de propagação, época e extensão da área queimada (França et al., 2007; Morgado e Moreira, 2010)

Nesse sentido, nota-se que o fogo pode afetar de forma diferente as espécies e ou grupos animais. Buscando avaliar esses efeitos sobre as espécies e/ou comunidades animais, até o momento foram produzidos diversos estudos envolvendo desde grupos de animais invertebrados até os grandes vertebrados. São exemplos: Pierozzi (2013), o qual afirma que o fogo não alterou diretamente a comunidade de protozoários, apenas intensificou o efeito da seca, causando efeito indireto sobre a comunidade que não se alterou significativamente; Vasconcelos et al. (2007), que observaram uma redução significativa no número de indivíduos e de ordens de artrópodes de

serapilheira, com duração dos efeitos em até seis meses após a queimada; Oliveira e Franklin (1993) os quais notaram que uma das ordens de ácaros presente (Oribatida) teve uma maior abundância na área não queimada e uma ligeira redução na área queimada, sendo que as demais ordens de ácaros analisadas tiveram um maior número de indivíduos na área queimada, sendo a maioria composta por predadores; Gonçalves (2012) que observou um acréscimo no número de ordens na área queimada, com predominância da Hymenoptera nas áreas queimadas e não queimadas; Diniz e Moraes (2008) notaram que, de forma geral, o fogo aumentou a abundância total de insetos nas áreas queimadas, mas com diferenças entre as fitofisionomias (cerrado strictu sensu e campo sujo) e entre as ordens de inseto; Os aracnídeos também se mostraram bastante dinâmicos quanto aos efeitos do fogo, sendo que a época de queima exerce maior influência sobre a composição de espécie, pois, Freire JR. (2010) notou que as queimadas favoreceram o incremento da riqueza e equitabilidade, com maior número de espécies de aranhas cursoriais em áreas com queima no início e meio da estação seca.

Tabela 8. Tempo decorrido do último incêndio nas áreas do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, no período compreendido entre os anos de 1984 e 2014.

Tempo Decorrido (ano)	Área (ha)	%
28	0,76	0,0063
22	2,29	0,0188
21	3,26	0,0268
20	18,38	0,1511
19	0,04	0,0003
16	5,04	0,0414
12	1,27	0,0104

8	57,43	0,4723
6	4414,14	36,3018
4	149,64	1,2307
3	7507,33	61,7400
Total	12159,58	100

Nos grupos de animais vertebrados, apesar da dificuldade de avaliação dos efeitos diretos, são encontrados estudos do impacto do fogo sobre as comunidades de anfíbios, répteis, aves e mamífero. Villalobos (2002) avaliou o efeito do fogo e da caça sobre a abundância de mamíferos na Reserva Xavante Rio das Mortes (MT), revelando que o principal efeito direto de fogo sobre a fauna, isto é, a mortalidade, é mínima na região; avaliando o status da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores sob efeito do fogo e da borda, Santos (2008) notou que o fogo não alterou estatisticamente a riqueza de espécies, mas quando observada a abundância esta apresentou maiores valores em áreas sem ocorrência de fogo. Para Layme (2008), a ocorrência de incêndios na estação seca deve mudar a composição florística do local, induzindo na espécie um maior consumo de invertebrados e gramíneas, e esta modificação da dieta alimentar imposta pelos incêndios florestais pode estar contribuindo para o declínio populacional da espécie na região de savana Amazônica; Abreu et al. (2004), buscando avaliar os efeitos do fogo sobre as populações de grandes felinos (onça-pintada e onça-parda) do Parque Nacional de Ilha Grande, afirmam que o fogo pode alterar a dinâmica das populações de grandes felinos indiretamente, ou seja, através da modificação da paisagem gerada pela fragmentação de habitat, que culminam na exposição das espécies, e da influência que exerce sobre disponibilidade de presas (riqueza e abundância), fazendo com que as espécies migrem para outros locais que garantem sua sobrevivência; Drummond (2009) avaliou os efeitos do fogo sobre a composição, distribuição e dieta de uma comunidade de anfíbios anuros em MG, revelando ligeira abundância para cinco espécies após a ocorrência do fogo; Leite (2007) afirma que a heterogeneidade da paisagem provocada pelo fogo parece sustentar uma diversidade de lagartos mais rica em um contexto regional do que quando sujeitas aos efeitos homogeneizadores das queimadas antrópicas ou da completa ausência de queima; Sendoda (2009), em um estudo no PNE, revela que áreas manejadas pelo fogo apresentam composição distinta e menores índices de abundância e riqueza de aves, quando comparada

com áreas não manejadas, sendo que esta última apresenta também uma maior abundância de guildas tróficas.

Myers (2006) considera que um regime de fogo ecologicamente apropriado é aquele que mantém a viabilidade, estrutura, composição e funcionamento dos ecossistemas, porém este, não necessariamente, deve ser um regime de queima natural. Embora todo evento de queima cause um distúrbio nos ecossistemas, mesmo não sendo um fenômeno estranho ou exógeno ao Cerrado, França et al. (2007) consideram que apenas as queimadas que se afastam do regime de queima normal provocam perturbações e estresses nos ecossistemas.

Considerações finais

1 - O relevo do Parque, por ser um chapadão, isolado por bordas e encostas, favorece uma continuidade horizontal no topo da serra. Esse relevo, associado à altitude, direção, velocidade e incidência de ventos, juntamente com uma distribuição homogênea da vegetação, são fatores que subsidiam a ocorrência de incêndios. O acúmulo de biomassa ao longo dos anos pode provocar homogeneidade no estoque de biomassa e, em um evento de queima, poderá se tornar combustível para as chamas, podendo promover incêndios de grande proporção e intensidade no interior do PESCaN.

2 - Assim, como relatado no PNE, os impactos decorrentes de incêndios de grande extensão e intensidade promovem a mortalidade da fauna, flora e a redução momentânea na disponibilidade de alimento, principalmente para o grupo dos herbívoros. Logo, a formação de mosaicos na vegetação, utilizando-se de queimadas prescritas, pode ser uma alternativa para controle do acúmulo de biomassa e ainda auxiliar no manejo das diferentes fisionomias de Cerrado presentes no Parque.

3 - O PESCaN, por estar inserido na área de dois municípios, tem influência direta na economia local. Desta forma, as atividades realizadas na sua área de influência devem ser monitoradas e fiscalizadas, visando a redução das pressões externas. Recentes alterações na conformidade da zona de amortecimento do Parque promovem a

possibilidade dos centros urbanos se aproximem mais dos limites do Parque. Portanto, trabalhos que envolvam discussões relacionadas ao manejo do fogo nessa UC devem contemplar essa possibilidade.

4 - As áreas que apresentaram maior reincidência de incêndios no PESCaN podem estar sofrendo pressões antrópicas e devem ser investigadas *in loco*, com objetivo de identificar e caracterizar o uso da terra, além dos fatores sociais e ambientais envolvidos nessa dinâmica, podendo assim proporcionar soluções adequadas, excluindo ou propondo alternativas para uso do fogo no contexto local dessa UC.

5 - Trabalhos específicos podem ser direcionados aos proprietários limítrofes ao Parque, promovendo discussões que envolvam o histórico e uso tradicional do fogo, época de aplicação, orientação sobre a dinâmica do fogo, com instruções sobre a aplicação e uso de técnicas adequadas de queima controlada, além da implantação de medidas preventivas, como a construção de aceiros nos limites de suas propriedades e até mesmo realização de oficinas para confecção de abafadores. A sociedade deve ser envolvida no contexto do Parque, diminuindo a distância institucional entre o órgão gestor e principalmente aos proprietários limítrofes, buscando uma interação mútua.

6 - Ainda são necessários estudos que avaliem o papel ecológico, social, cultural e econômico do fogo no contexto do PESCaN e os possíveis impactos nos municípios sob sua influência. Existe um paradigma muito presente sobre a exclusão definitiva do fogo nos ambientes de Cerrado e principalmente naqueles mantidos em áreas protegidas. Logo, um trabalho midiático e social, que envolva os diversos atores relacionados aos incêndios e a conservação do Cerrado, juntamente com o órgão gestor e o conselho consultivo do parque, podem propiciar que as informações sejam sutilmente mais claras e acessíveis, promovendo conhecimento e a integração da população. Esse retorno socioambiental faz parte e contribui para subsidiar a elaboração de um plano de Manejo Integrado do Fogo nesta UC.

Agradecimentos

O segundo autor agradece à Universidade Estadual de Goiás, pela bolsa de incentivo à pesquisa e produção científica (PROBIP/UEG).

Referências

Abreu, K.C.; Koproski, L.P.; Kuczach, A.M.; Camargo, P.C.; Boscarato, T.G., 2004. Grandes

felinos e o fogo no Parque Nacional De Ilha Grande, Brasil. *Floresta* 34, 163-167.

Agge, J. K., 1993. *Fire ecology of Pacific Northwest Forests*. Island Press, New York.

Artaxo, P.; Gerab, F.; Yamasoe, M.A.; Martis, J.V., 1994. Fine mode aerosol composition at three long-term atmospheric monitoring sites in the Amazon Basin. *Journal of Geophysical Research. Atmospheres*, 99, 22857-22868.

Barcellos, T.G., 2001. *Efeitos do Fogo Sobre a Fauna e a Flora no Cerrado*. Monografia, Programa em Ciências da Saúde do Centro Universitário de Brasília. Brasília.

Behling, H., 1995. A high resolution Holocene pollen record from Lago do Pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. *Journal of Paleolimnology*, 14, 253-268.

Behling, H., Pillar, V.D., 2007. Late quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the Southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362, 243-251.

Bond, W.J., Midgley, J.J., 1995. Kill thy neighbor: an individualistic argument for the evolution of flammability. *Oikos*, 73, 79-85.

Bond, W.J., Woodward, F.I., Midgley, G.F., 2005. The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New Phytologist*, 165, 385-410.

Cooke, R., 1998. Human settlement of Central America and northernmost South America (14,000-8,000 BP). *Quaternary International*, 49, 177-190.

Coutinho, L.M., 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: Goldammer, J. G. (Ed.). *Fire in the tropical Biota - Ecosystem Processes and Global Challenges*. Ecological Studies, v. 8A. Berlin: Springer Verlag, pp. 82-105.

Diniz, I.R.; Morais, H.C., 2008. Efeito do fogo na abundância de insetos do cerrado: o que sabemos? *Heringeriana*, 2, 39-46, Brasília.

Drummond, L.O., 2009. *Efeito do fogo na composição, distribuição e dieta de uma taxocenose de anfíbios anuros de campos rupestres em Ouro Preto, MG*. Dissertação (Mestrado), Ouro Preto, UFOP.

Durigan, G.; leitão-filho, H.F.; rodrigues, R.R., 1994. Phytosociology and structure of a frequency burned cerrado vegetation in SE-Brazil. *Flora*, 189, 153-160.

Eiten, G., 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, 38, 201-341.

Femago (Fundação Estadual do Meio Ambiente de Goiás). 1997. *Plano de Manejo do Parque*

- Estadual da Serra de Caldas Novas. p. 207, Goiânia.
- Ferraz-Vicentini, K.R., Salgado-Labouriau, M.L., 1996. Palynological analysis of a palm swamp in Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 9, 207-219.
- Fidelis, A., Pivello, V.R., 2011. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos sulinos? *Biodiversidade Brasileira*, 1, 13-26.
- Fiedler, N.C., Azevedo, I.N. C., Rezende, A.V., Medeiros, M.B., Venturoili, F., 2004. Efeitos de incêndios florestais na estrutura e composição florística de área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa-DF. *Revista Árvore*, 28, 129-138.
- França, H., Neto, M.B.R., Setzer, A., 2007. O Fogo no Parque Nacional das Emas. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade, 27, p. 140.
- Freire JR, G.B., 2010. A influencia de diferentes regimes de queima sobre comunidade da aranhas cursoriais do Cerrado de Brasília-DF. Dissertação (Mestrado), Brasília, UnB.
- Frizzo, T.L.M.; Bonizário, C.; Borges, M. P.; Vasconcelos, H. L., 2011. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, 15, 365-379.
- Gonçalves, B.L., 2012. Impactos do fogo sobre a entomofauna na região de Alegre, Espírito Santo. Monografia (Graduação) Espírito Santo, UFES.
- Gonçalves, C.N., In, F.W., Lima, N.R.G., Coslope, L.A., Lintomen, B.S., 2011. Recorrência dos incêndios e fitossociologia da vegetação em áreas com diferentes regimes de queima no Parque Nacional da Chapada Diamantina. *Biodiversidade Brasileira*, 1, 167-186.
- Guidon, N., Delibrias, G., 1986. Carbon 14 dates point to man in Americas 32000 years ago. *Nature*, 321, 769-771.
- Heinselman, M.L., 1981 Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of northern ecosystems. In: Mooney, H. A., Bonnicksen, T. M., Christensen, N. L., Lotan, J. E., Reiners, W. A. (Ed.) *Proceedings of the conference on fire regimes and ecosystem properties*, Honolulu: General Technical Report WO – 261978. USDA Forest Service, pp. 7–57.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), 2008. Roteiro metodológico para elaboração de Planos Operativos de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais em Unidades de Conservação. Brasília.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2012. Investigação de Incêndios Florestais. PEREIRA, A. M. M. et al. (Orgs.) IBAMA/Prevfogo, p. 76, Brasília.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2012. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível <http://queimadas.cptec.inpe.br>. Acesso: 01 ago. 2013.
- ITTO. International Tropical Timber Organization, 1997. Guidelines on Fire Management in Tropical Forests. ITTO Policy Development Series n. 6, Yokohama, Japan.
- Layme, V.M.G., 2008. Efeito do clima, fogo e disponibilidade de alimentos sobre a dinâmica populacional de *Necromys lasiurus* (Rodentia: Muridae) em uma área de savana Amazônica. Manaus, INPA/UFAM.
- Ledru, M.P., 2002. Late Quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palynological records. In: Oliveira, P.S., Marquis, R.J. (Ed.). *The cerrados of Brazil – ecology and natural history of a neotropical savana*. Columbia University Press, pp. 33-50.
- Leite, D.L.P., 2007. Efeito do fogo sobre a toxocenose de lagartos em áreas de Cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. Dissertação (Mestrado), Brasília, UnB.
- Lima, T.A., Pinto, J.R.R., Lenza, E. Pinto, A.S., 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Biota Neotropica*, 10.
- Lombardi, R.J.R., 2005. Estudo da recorrência de queimadas e permanências de cicatrizes do fogo em áreas selecionadas do Cerrado brasileiro, utilizando imagens TM/Landsat. Dissertação (Mestrado), São José dos Campos, INPE.
- Lopes, S.F., Vale, V.S., Schiavini, I., 2009. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. *Revista Árvore*, 33, 695-704.
- Magnago, H., Silva, M.T.M., Fonzar, B.C., 1983. Vegetação. In: PROJETO RADAMBRASIL, Folha SE. 22 – Goiânia. pp. 577-636, Rio de Janeiro.
- Medeiros, M.B., Fiedler, N.C., 2003. Incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: Desafios para a conservação da biodiversidade. *Ciência Florestal*, 4, 157-168.
- Medeiros, M.B., Fiedler, N.C., 2011. Heterogeneidade de Ecossistemas, Modelos de Desequilíbrio e Distúrbios. *Biodiversidade Brasileira*, 1, 05-12.

- Mims, F.M. III., 1996. Significant reduction of UV-B caused by smoke from biomass burning in Brazil. *Photochem Photobiol*, 64, 123-125.
- Miranda, H.S., Bustamante, M.M.C., Miranda, A.C., 2002. The fire factor. In: Oliveira, P. S., Marquis, R. J. (Ed.). *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, pp. 51-68.
- Miranda, H.S., Neto, W.N., Neves, B.M.C., 2010. Caracterização das queimadas de Cerrado. In: Miranda, H. S. (Ed.). *Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo*. IBAMA, pp. 23-73.
- Miranda, H.S., Sato, M.N., Neto, W.N., Aires, F.S., 2009. Fires in the Cerrado, the Brazilian savanna. In: Cochrane, M.A. (Ed.) *Tropical fire ecology: climate change, land use and ecosystem dynamics*. Springer-Praxis, pp. 427-450.
- Moreira, A.G., 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*, 27, 1021-1029.
- Morgado, R., Moreira, F., 2010. Efeitos do Fogo na Fauna. In: Moreira, F., Catry, F.X., Silva, J.S., Rego, F. (Eds), *Ecologia do Fogo e Gestão de Áreas Aridas*, Instituto Superior de Agronomia, pp: 87-120.
- Myers, R.L., 2006. Convivendo com o Fogo - Manutenção dos ecossistemas e subsistência com o manejo integrado do fogo. *The Nature Conservancy*, Brasília.
- Naeher, L.P.; Smith, K.R.; Brauer, M.; Chowdhury, Z.; Simpson, C.; Koenig, J.Q.; Litsett, M.; Zelikoff, J.T., 2005. Critical Review of the Health Effects of Woodsmoke. *Air Health Division, Health Canada, Ottawa*.
- Nimer, E., 1989. *Climatologia do Brasil*, 2 ed. IBGE, Rio de Janeiro
- Novaes, A.S.S., 1983. Pedologia. In: PROJETO RADAMBRASIL, Folha SE. 22-Goiânia. Rio de Janeiro, pp. 413-576.
- Oliveira, E.P.; Franklin, E. 1993. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: Recomendações em áreas queimadas. *Pesq. Agropec. Bras*, 28, 357-369.
- Palmeira, A.F., 2004. Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas à gestão do território do município de Paragominas (Estado do Pará). *Dissertação (Mestrado)*. São José dos Campos, INPE.
- Pausas, J.G., Keeley, J.E., 2009. A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, 59, 593-601.
- Pierozzi, M., 2013. Avaliação do efeito do fogo sobre a riqueza e abundância de protozoários em um solo do Cerrado (Reserva Legal de Cerrado no município de São Carlos - Câmpus UFSCar - SP). *Dissertação, (Mestrado)*, São Carlos, UFSCar.
- Pivello, V.R., Coutinho, L.M., 1992. Transfer of Macro-nutrients to the Atmosphere During Experimental Burnings in an Open Cerrado (Brazilian Savanna). *Journal of Tropical Ecology*, 8, 487-497.
- QGIS., 2013. Versão 2.0.1-Dufour. Disponível <http://qgisbrasil.org>. Acesso em 28 nov 2013.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In Sano, S. M., Almeida, S. P., Ribeiro, J. F. (Ed.). *Cerrado: ecologia e flora*, pp.151-212, Embrapa, Planaltina.
- Roza, W. S. S., Ribeiro, S. R. A., 2013. Detecção e estimativa de área queimada entre o limite do Parque Estadual de Vila Velha - PR e sua zona de amortecimento mediante sensoriamento remoto. *Sociedade e Território*, 25, 102-118.
- Salgado-Labouriau, M. L., Barberi, M. B. Ferraz-Vicentini, K. R., Parizzi, M. G., 1998. A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99, 115-129.
- Salgado-Labouriau, M. L., Ferraz-Vicentini, K. R., 1994. Fire in the Cerrado 32,000 years ago. *Current Research in the Pleistocene*, 11, 85-87.
- Santos, P.G.P., 2008. Estudo da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores, sob efeito do fogo e da borda, em área de floresta de transição Amazônia-Cerrado, Querência-MT. *Dissertação (Mestrado)*, Pará, UFPA.
- Sato, M.N., 2003. Efeito em longo prazo de queimadas prescritas na estrutura da comunidade de lenhosas da vegetação do cerrado sensu stricto. *Tese (Doutorado)* Brasília, UnB.
- Sato, M.N.; Miranda, H.S.; Maia, J.M.F., 2010. O fogo e o estrato arbóreo do Cerrado: efeitos imediatos e de longo prazo. Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Resultados do Projeto Fogo. IBAMA, Brasília.
- Schwilck, D.W., Ackerly, D. D., 2001. Flammability and serotiny as strategies: correlated evolution in pines. *Plant and Soil*, 311, 87-96.
- Sendoda, A.M.C., 2009. Efeito do manejo de fogo sobre comunidade de aves em campos sujos no Parque Nacional das Emas, GO-MS, Cerrado Central. *Dissertação (Mestrado)*, São Paulo, USP.
- Silva, D.M., Loiola, P.P., Rosatti, N.B., Silva, I.A., Cianciaruso, M.V., Batalha, M. A., 2011. Os efeitos dos regimes de fogo sobre a vegetação

- de cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: Considerações para a conservação da diversidade. *Biodiversidade Brasileira*, 1, 27-40.
- Soares, R. V., Batista, A. C., 2007. Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba.
- Souza, L.S.N., 2008. Análise de Impactos das Queimadas sobre a Saúde Humana: um estudo de caso do Município de Rio Branco – Acre. Dissertação (Mestrado), Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz.
- Tomzhinski, G. W., Coura, P. H. F, Fernandes, M. C., 2011. Avaliação da detecção de focos de calor por sensoriamento remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. *Biodiversidade Brasileira*, 1, 209-220.
- Vasconcelos, B.; Silva, R.C.; Rezende, D.A.; Pacheco, R.; Lopes, C.T.; Costa, A.N.; Vasconcelo, H.L., 2007. Efeitos do fogo sobre a comunidade de artrópodos da serapilheira em área de cerrado do Brasil Central. *Anais... VIII Congresso de Ecologia do Brasil*.
- Villalobos, M.P., 2002 Efeito do fogo e da caça na abundância de mamíferos na Reserva Xanvante Rio das Mortes, MT, Brasil. Tese (Doutorado), Brasília, UnB.
- WHO. World Health Organization, 1999. Health Guidelines for Vegetation Fire Events. Schwela, D. H.; Goldammer, J. G.; Morawska, L. H.; Simpson, O. (Ed.). World Health Organization, Geneva.