



RISCOS



O IMPACTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA GEODIVERSIDADE DA SERRA DO LENHEIRO - SÃO JOÃO DEL-REI/MG - BRASIL*

THE IMPACT OF FOREST FIRES ON GEODIVERSITY OF SERRA DO LENHEIRO - SÃO JOÃO DEL-REI/MG - BRAZIL

87

Arlon Cândido Ferreira

Universidade Federal Fluminense (Brasil)

ORCID 0000-0003-0075-7989 arloncf@gmail.com

Leonardo Cristian Rocha

Universidade Federal de São João del-Rei (Brasil)

ORCID 0000-0003-0948-0728 rochageo@ufsj.edu.br

Múcio do Amaral Figueiredo

Universidade Federal de São João del-Rei (Brasil)

ORCID 0000-0003-2682-2021 muciofigueiredo@ufsj.edu.br

Francielle da Silva Cardozo

Universidade Federal de São João del-Rei (Brasil)

ORCID 0000-0002-4775-4649 franciellecardozo@ufsj.edu.br

Ivair Gomes

Universidade Federal de São João del-Rei (Brasil)

ORCID 0000-0002-5897-5084 ivair@ufsj.edu.br

RESUMO

Os incêndios florestais afetam diretamente o ecossistema e podem trazer severos danos aos ambientes, nomeadamente a perda irreparável de elementos bióticos e abióticos. Apesar dos elementos abióticos terem um aspecto robusto, de resistência e durabilidade, os mesmos são frágeis e se encontram constantemente ameaçados, sendo os incêndios florestais uma dessas ameaças. A Serra do Lenheiro apresenta uma grande diversidade abiótica, com um patrimônio geológico relevante, tais como afloramentos estromatolíticos, rochas siliciclásticas protelozoicas, relevos ruiformes, além de pinturas rupestres e nascentes. Essa região é afetada frequentemente por incêndios florestais, os quais colocam toda essa geodiversidade em risco.

Palavras-chave: Incêndios florestais, geodiversidade, Serra do Lenheiro.

ABSTRACT

Forest fires directly affect the ecosystem and can cause severe damage to environments and the irrecoverable loss of biotic and abiotic elements. Although the abiotic elements appear robust, they are fragile and constantly under threat, and forest fires are one of these threats. Serra do Lenheiro has great abiotic diversity with a significant geological heritage, such as stromatolite outcrops, proterozoic siliclastic rocks, ruiniform relief, as well as cave paintings and springs. This region is often affected by forest fires, which puts all this geodiversity at risk.

Keywords: Forest fires, geodiversity, Serra do Lenheiro.

* O texto deste artigo foi submetido em 30-12-2017, sujeito a revisão por pares a 07-02-2018 e aceite para publicação em 10-11-2018.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 26 (I), 2019, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Nas últimas décadas, os impactos ambientais relacionados com a ocorrência de incêndios florestais tem gerado uma ampla e importante discussão. O uso do fogo não é recente, sendo detectado no Holeceno, entre 7.000 a 4.000 A.P (antes do presente) (Oliveira *et al.* 2005). Os incêndios florestais continuam sendo um dos principais problemas ambientais da atualidade (Coura, Sousa e Fernandes, 2009; Pereira *et al.* 2012; Soares, 2016).

Apesar dos incêndios florestais serem fundamentais para dinâmica natural de alguns ecossistemas, o impacto gerado por eles é preocupante, visto que envolvem várias consequências, tais como: perda de fertilidade dos solos, mortalidade de animais, problemas de saúde, produção de gases e impactos negativos no clima, causam o comprometimento da biodiversidade e geodiversidade, além de gerar prejuízos financeiros e materiais (Oliveira, 2006; Pereira, Ferreira, Moraes, Cardozo e Freitas, 2009). No Brasil, acredita-se que mais de 95 % dos incêndios florestais sejam causados pela ação descuidada ou intencional do homem, sendo os mesmos punidos com base na Lei de Crimes Ambientais (Lei n. 9.605).

Embora as estruturas geológicas apresentem um aparente aspecto robusto, de resistência e durabilidade, esses aspectos não revelam a sua fragilidade. Todavia, não existem grandes diferenças quando comparadas a elementos da biodiversidade. Esta percepção advém, provavelmente, do fato de a Conservação da Natureza tradicionalmente contemplar aspectos biológicos como frágeis e vulneráveis, enquanto que o mundo abiótico (geodiversidade) é visto como estável, estático e livre de perigos.

A geodiversidade, assim como a biodiversidade, encontram-se ameaçadas em diversas escalas e graus distintos, e a causa do seu estado de degradação está diretamente relacionada com a subsistência da espécie humana. Atualmente, podem ser enumeradas diversas ameaças que afetam a geodiversidade, das quais se destacam: exploração mineral/materiais de construção, atividades militares, expansão das áreas urbanas e agrícolas, atividades turísticas e os incêndios florestais, esta última afetando a geodiversidade desde a escala micro à escala macro (Brilha, 2005; Nascimento, Ruchkys & Mantesso-Neto, 2008; Ferreira, 2017).

Dentre essas áreas com grande geodiversidade, e que sofrem com incêndios florestais constantemente, pondo em risco toda a geodiversidade local, destaca-se a Serra do Lenheiro, no município de São João del-Rei, na parte sudeste do Estado de Minas Gerais - Região Sudeste do Brasil. A Serra do Lenheiro é formada por um anticlinal falhado, caracterizado por várias falhas de empurrão vergente para o Norte, apresentando diferentes rochas siliciclásticas de idade Proterozoica.

A partir desse cenário, o objetivo do trabalho foi identificar os lugares de interesse geoconservacionistas da Serra do Lenheiro, bem como mapear as ocorrências de incêndios florestais no período de 2010 a 2017, exemplificando como os incêndios florestais colocam em risco toda essa geodiversidade. A escolha desta área está determinada pela significativa geodiversidade, a qual comporta afloramentos de estromatólitos, pinturas rupestres, nascentes, relevos ruiformes formados pela ação intempérica, dissoluções geoquímicas entre outros elementos de natureza abiótica.

Área de Estudo

Localizado na Mesorregião do Campo das Vertentes, o município de São João del-Rei se destaca como uma das principais cidades históricas de Minas Gerais, declarada Patrimônio Histórico e Artístico Nacional em 1938 (Brasil, 2010). A Serra do Lenheiro localiza-se aproximadamente a 5 km do sítio urbano, nos limites norte e noroeste da Sede Municipal (fig. 1).

A Serra do Lenheiro foi cenário importante na conquista e povoamento de Minas Gerais, pois por ela passava o antigo Caminho Geral do Sertão, posteriormente conhecido por Estrada Real (Caminho Velho). Nesse caminho transitou o Bandeirante Fernão Dias e a sua histórica “Bandeira das Esmeraldas” (Tavares, 2011), além de Borba Gato, Matias Cardoso e Tomé Portes del-Rei, fundador do município de São João del-Rei. Segundo Maldos (2003), o primeiro núcleo povoador da cidade se estabeleceu em suas escarpas, servindo de fonte de matéria-prima para a construção das edificações. A Serra do Lenheiro, juntamente com o Sul do Quadrilátero

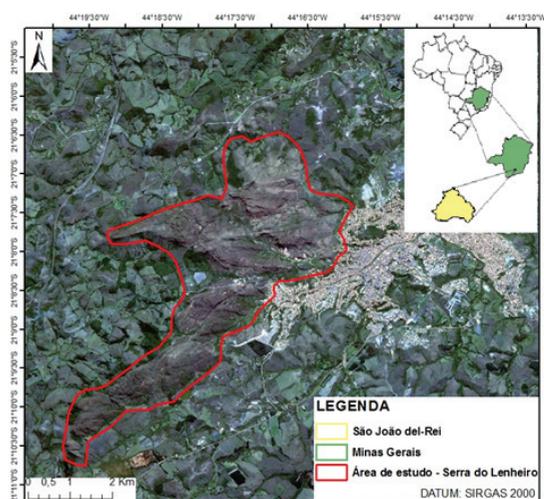


Fig. 1 - Mapa de localização da área de estudo: Serra do Lenheiro.

Fig. 1 - Map showing the study area: Serra do Lenheiro.

Ferrífero (Ouro Preto) e parte da Serra do Espinhaço (Região de Diamantina) foram importantes provinciais minerais de Minas Gerais no Ciclo do Ouro, no período colonial. Ao longo do tempo a Serra do Lenheiro passou por diferentes processos de uso e ocupação, sendo atualmente uma Unidade de Conservação e parte integrante de uma área militar.

A região abriga representantes fitofisionômicos de dois domínios fitogeográficos importantes e considerados *Hotspots* mundiais, Domínio Atlântico, conhecida popularmente como Bioma Mata Atlântica, e Domínio Cerrado. Essa coexistência possibilita a ocorrência de diversos tipos de vegetação, como fisionomias florestais, savânicas e campestres, além de uma composição e ecologia de fauna relevante (Vasconcelos, 2011).

A rede de drenagem da região é controlada pelo amplo sistema de fraturamentos e falhas, desenvolvido, sobretudo, em rochas quartzíticas, fazendo com que os cursos d'água sejam alinhados segundo suas direções preferenciais. Na região destacam-se dois importantes cursos, o Córrego do Lenheiro e o Ribeirão São Francisco Xavier, além de cachoeiras e outros cursos d'água de menor grandeza.

Os solos da região são compostos basicamente por Latossolos e Cambissolos. Em levantamento realizado em escala de detalhe, foram identificados e descritos Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Gleissolos e Sedimentos Aluviais (Scudeller *et al.* 2010; Ferreira *et al.* 2014).

A Serra do Lenheiro sempre recebeu destaque na literatura geológica brasileira, em função do interesse econômico. A primeira citação referente à Serra do Lenheiro remonta a Eschewege, quando o mesmo a descreveu em seu livro *Pluto Brasilienses* (1833, p. 441), relatando sobre a sua importância na questão aurífera. O mapa geológico mais recente que inclui a área de estudo é de caráter regional, realizado pelo projeto Sul de Minas - Etapa I (Ribeiro *et al.*, 2002).

Tomando por base esse mapa, Ribeiro (1997) e Ribeiro *et al.* (2013) propuseram a coluna estratigráfica apresentada na fig. 2, mostrando o empilhamento das sequências deposicionais da região de São João del-Rei e a formação da Serra do Lenheiro.

A coluna estratigráfica é formada por um embasamento Arqueano Paleoproterozoico e por sucessões metassedimentares Proterozóicas. Este inclui faixas *greenstone*, que são formados por rochas metassedimentares (filitos cinzentos, clorita, quartzitos e filitos), metaígneas máficas (metabasaltos e anfibolitos) e ultramáficas (periodotito e komatitito). Marcada por uma discordância litológica e sobreposta ao embasamento, a megassequência São João del-Rei é subdividida cronologicamente da mais antiga para a mais nova, sendo elas:

A sequência Tiradentes, que é marcada por depósitos de quartzitos em ambientes *shoreface* e *foreshore*, e apresenta uma desconformidade que favoreceu a deposição da sequência São José, apresenta as condições anteriores.

Após a deposição da sequência São José, ocorreu uma nova desconformidade, que dá início à formação Tejuco. Ambas se diferenciam pelo fato de a última, além de registrar a presença de quartzitos, evidencia ainda a deposição de lamitos.

Durante a deposição da sequência Tejuco ocorre a mudança do ambiente deposicional. Com a formação de lagunas e a deposição de filito, inicia-se um processo de regressão marinha que dá início à sequência Lenheiro (Ribeiro *et al.* 2002).

Na sequência Lenheiro há uma sobreposição de quartzitos conglomeráticos sobre os quartzitos finos, indicando um ambiente *delta front*. Com a deposição no ambiente deltaico, ocorreu uma nova discordância angular, inclusive com a formação de diamictitos.

Esse novo evento é caracterizado pelo processo de transgressão marinha (Ribeiro *et al.* 2002), que é marcado pela deposição da plataforma carbonática (calcário) das sequências Barroso e Prados. Em seguida, ocorre a deposição de filitos cinzas e biotita xisto da sequência Andrelândia. Completando essa coluna estratigráfica, ocorre o processo de depósitos aluviais Cenozóicos.

Cabe ressaltar que as sequências Barroso, Prados e Andrelândia não possuem ocorrências na área de estudo. Todas as sequências acima são seccionadas por diques de diabásio, se destacando os diques metamáficos na Sequência São João del-Rei.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos neste trabalho envolvem, inicialmente, um levantamento bibliográfico e documental referente ao contexto e área de estudo.

Por se constituir numa área integrante do Campo Escola de Montanhismo e Parque Ecológico Municipal da Serra do Lenheiro, foram solicitadas autorizações ao Exército Brasileiro (11º Batalhão de Infantaria de Montanha "Regimento Tiradentes") e à Prefeitura Municipal de São João del-Rei, ambos responsáveis pela área em apreço.

O levantamento da geodiversidade foi realizado por meio do preenchimento do formulário para descrição dos lugares de interesses geoconservacionistas constituído por 9 (nove) blocos principais de informação, sendo eles: identificação, localização, acessibilidade, caracterização, estado de conservação, valores para a geodiversidade, descrição dos aspectos naturais, justificativa para a sua geoconservação e registros fotográficos. Esse formulário foi adaptado dos trabalhos de inventariação e descrição de Magro (1999);

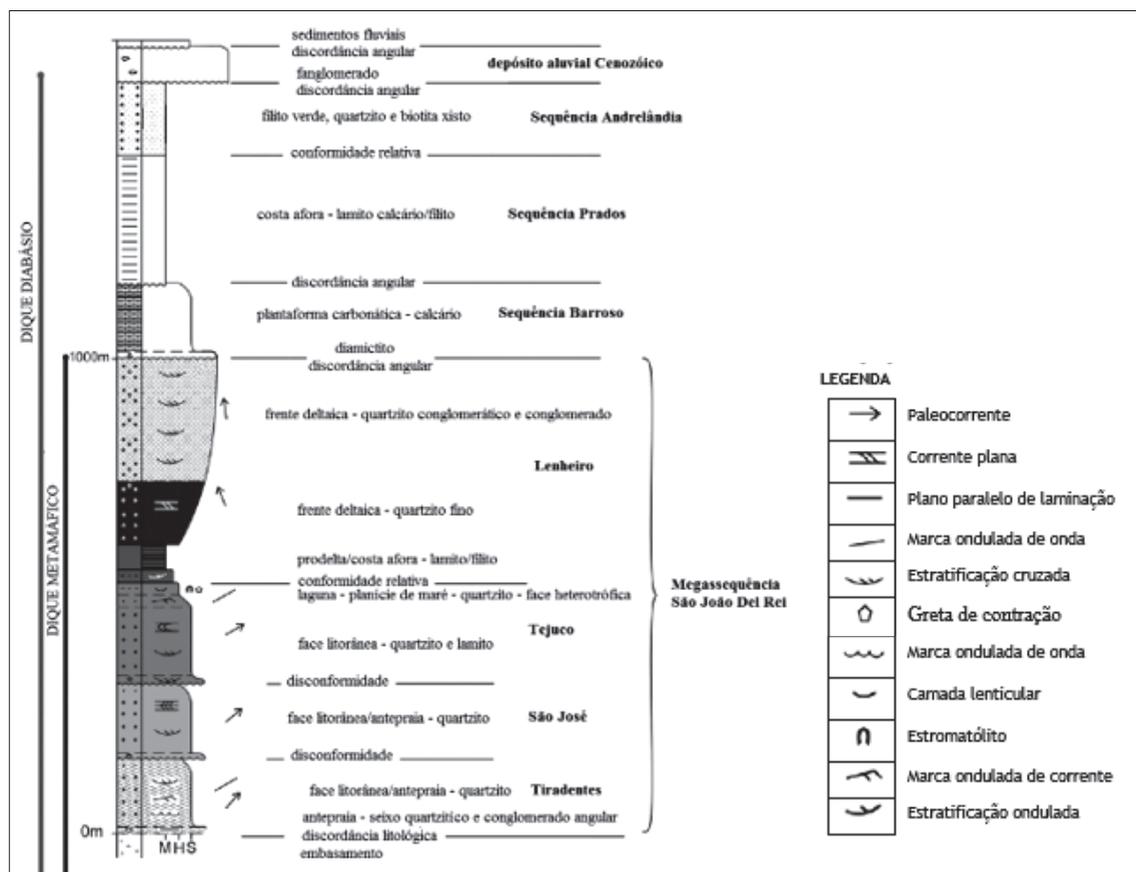


Fig. 2 - Coluna estratigráfica simplificada mostrando o empilhamento das sequências deposicionais na região de São João del-Rei.

Fig. 2 - Simplified stratigraphic column showing the depositional stacking patterns in the region of São João del-Rei.

Barros (2003); Brilha (2005); Arana-Castillo (2007); Carcavilla, López-Martínez e Valsero (2007); Letenski, Guimarães, Pierkarz e Melo (2009); Patalão (2011) e Ostanello (2012).

Para o georreferenciamento dos pontos de interesse geoconservacionista foi utilizado um Tablet da marca Sony com GPS, sendo utilizado o software QGIS 2.8 Wien, sobre uma imagem orbital do satélite *RapidEye*.

O *RapidEye* é um sistema composto por cinco satélites de sensoriamento remoto idênticos e em mesma órbita. A faixa de abrangência de coleta de imagens é de 77 km de largura e 1500 km de extensão (Antunes & Siqueira, 2013; Rapideye, 2017). Suas imagens foram utilizadas nesse trabalho pelo fato de possuírem a melhor resolução de imagens disponibilizadas de forma gratuita. A TABELA I mostra as características do satélite e do sensor.

TABELA I - Características técnicas dos satélites *RapidEye*.

TABLE I - Technical characteristics of *RapidEye* satellites.

Características	Informações
Número de satélites	5
Órbita	Heliosíncrona com 630 km de altitude
Passagem pelo Equador	+/- 11:00 h em hora local
Tipo de sensor	Imageador multiespectral push broom
Bandas espectrais	Bleu, Green, Red, Red-Edge, Infravermelho Próximo
Espaçamento de pixel	6,5m no nadir
Tamanho do pixel (ortorretificada)	5,0m
Tamanho da imagem	Aproximadamente 77 km de largura com comprimento entre 50 e 300 km, 462 Mbytes/23 km ao longo da órbita para 5 bandas
Datum horizontal	WGS 84
Bits de quantização	12 bits

Fonte: Adaptado de Antunes e Siqueira (2013); RapidEye (2017). Source: Adapted from Antunes e Siqueira (2013); RapidEye (2017).

Para comparação, validação e segurança na coleta dos pontos e dados, utilizou-se um receptor GPS Garmin Trilha *Etrex Venture* com projeção conforme, bidimensional e cartesiana, denominada Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum WGS 1984.

Para o mapeamento dos incêndios florestais, foram utilizadas imagens dos satélites *LANDSAT 5* com dados entimados pelo sensor *Thematic Mapper (TM)* e *LANDSAT 8 Operational Land Imagem (OLI)*. Suas atividades iniciaram em 1984 e 2013, sendo ambos desenvolvidos pela *NASA (National Aeronautics and Space Administration)* e *USGS (Geological Survey)* (USGS, 2016).

O Sensor *Thematic Mapper (TM)* é composto por bandas adicionais em infravermelho e espectro eletromagnético, tendo uma resolução espacial de 30 metros, resolução temporal de 16 dias e resolução radiométrica de 8 bits. O sensor *Operational Land Imager (OLI)*, produto do satélite *Landsat 8*, gera suas imagens com resolução espacial de 30 metros, 9 bandas e 8 ondas espectrais com 12 bits de resolução radiométrica. Para o tratamento das imagens optou-se pela utilização do método de Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME). Esta técnica permite que os contrastes das respostas espectrais dos alvos, que consistem em um modelo de reflectância (resposta espectral), sendo ideal para classificar áreas de pastagens, afloramentos rochosos, reflorestamentos, corpos d'água, florestas naturais, áreas urbanas e incêndios florestais (Silva, 2017; Resende, 2017).

O processamento das imagens ocorreu com utilização do *software* de licença gratuita *SPRING 5.1.8*, permitindo a segmentação e classificação das imagens. O tratamento das imagens se deu a partir do processo de similaridade de resposta espectral, por parâmetros de agrupamento, edição manual e categorização por similaridade dos elementos conforme critérios pré-estabelecidos pelo usuário, para destaque dos polígonos selecionados e classificados em processo de checagem e posteriormente o tratamento final das imagens (Silva *et al.*, 2016). Após a identificação das áreas de ocorrência de incêndios florestais, elas foram sobrepostas à imagem orbital *RapidEye*, juntamente com os pontos de interesse geoconservacionista. Ressalta-se que não foram mapeados os incêndios florestais referentes ao ano de 2017, pelo fato das informações ainda não estarem disponíveis no término desse trabalho.

Resultados e Discussões

As causas das queimadas são de natureza diversa. Podem ocorrer de forma natural, que não precisa de intervenção humana (raios e combustão espontânea) ou por atividades e ações antrópicas (negligência, acidente e intencionalmente).

A Serra do Lenheiro é afetada frequentemente por incêndios florestais, os quais colocam toda a sua geodiversidade em risco. Em levantamento realizado nos últimos 8 anos (2010-2017), através do uso de geoprocessamento e trabalhos de campo, foram identificados e mapeados incêndios florestais que destruíram uma área aproximada de 12,42 km², em uma área de estudo de aproximadamente 38 km² (fig. 3) (TABELA II). Ressalta-se que a ocorrência de incêndios na área de estudo raramente é devido a causas naturais.

TABELA II - Área queimada entre os anos 2010-2017.

TABLE II - Area burned between 2010 and 2017.

Ano	Área queimada (km ²)
2010	1,92
2011	3,49
2012	1,30
2013	0,11
2014	2,62
2015	1,47
2016	1,34
2017	0,17
Total	12,42

Foram identificados e descritos na Serra do Lenheiro 81 lugares de interesse geoconservacionista (fig. 4), os quais representam pontos de interesse geomorfológico, espeleológico, petrológico, sedimentológico, estratigráfico, mineralógico, estrutural, balneário, geocultural, patrimônio da mineração, preservação ambiental, arqueológico e pedológico. Desde total, pelo menos 21 apresentam interferências provenientes de incêndios florestais, causando a sua descaracterização e colocando em risco o patrimônio geológico local. Além dessa descaracterização (fig. 5) (fot. 1 a/b e fot. 2 a/b), os incêndios florestais podem repercutir em maior ou menor grau na geodiversidade. Eles aceleram os processos erosivos nos pontos de interesse pedológico, afetam trilhas, inviabilizando, muitas vezes, o acesso a essa geodiversidade, emitem poluentes nocivos à saúde e colocam em risco vidas humanas, inibem as atividades geoturísticas, afetando a economia local, destroem infraestruturas e causam depreciação cênica das paisagens (fot. 3 a/b).

Apesar desses 21 pontos de interesse geoconservacionistas serem de grande relevância para a Serra do Lenheiro, 3 (três) merecem destaque por sua raridade e por sofrerem constantemente as consequências dos incêndios florestais:

- Os mananciais hídricos existentes na Serra do Lenheiro, importantes tanto para o abastecimento quanto para o lazer da população em geral;

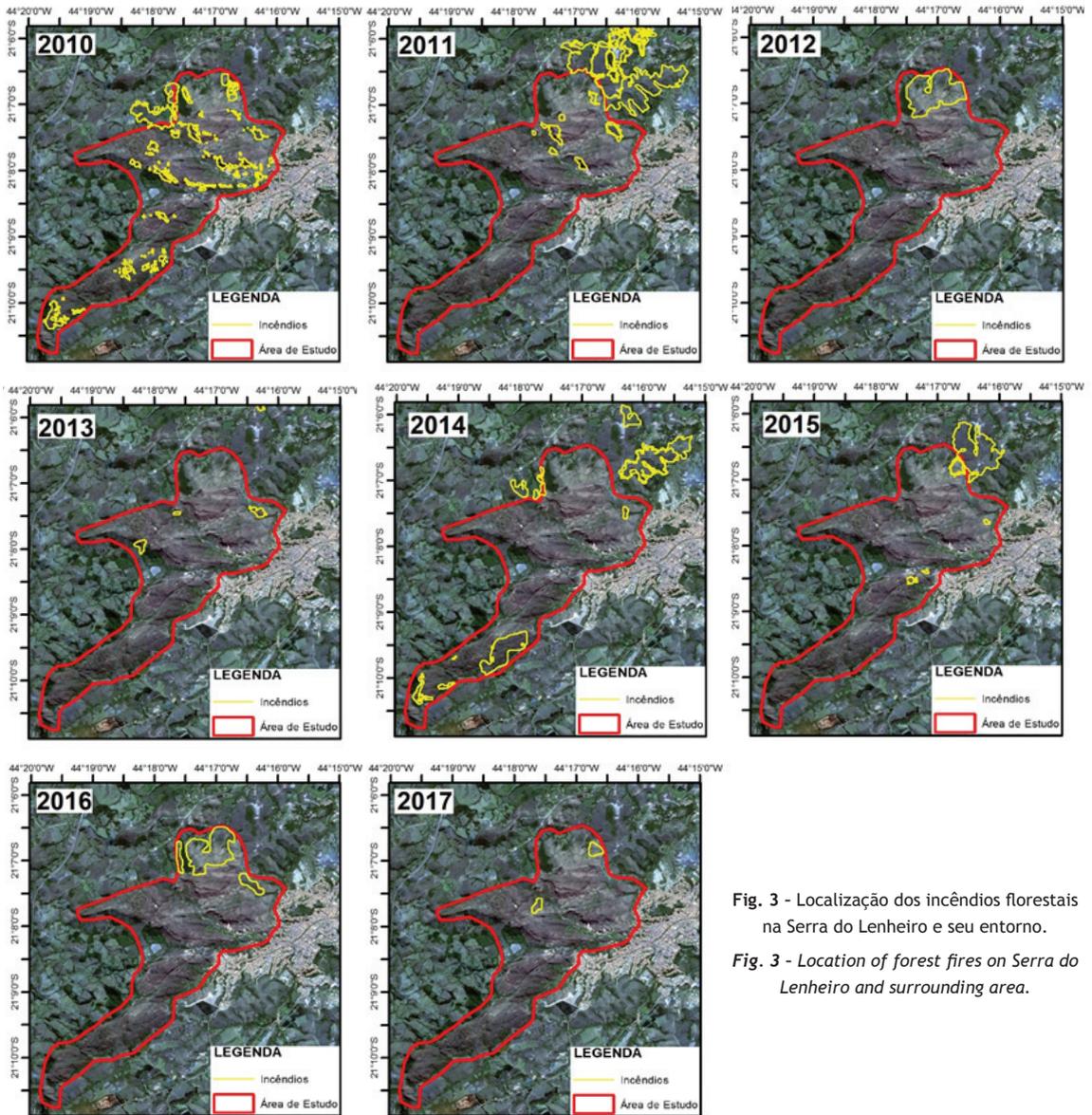


Fig. 3 - Localização dos incêndios florestais na Serra do Lenheiro e seu entorno.

Fig. 3 - Location of forest fires on Serra do Lenheiro and surrounding area.

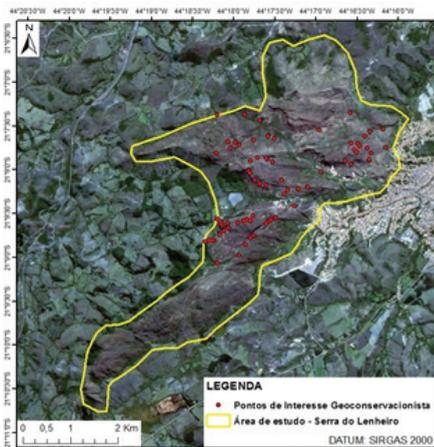


Fig. 4 - Mapa de localização dos Pontos de Interesse Geoconservacionista.

Fig. 4 - Map of geoconservation sites of interest.

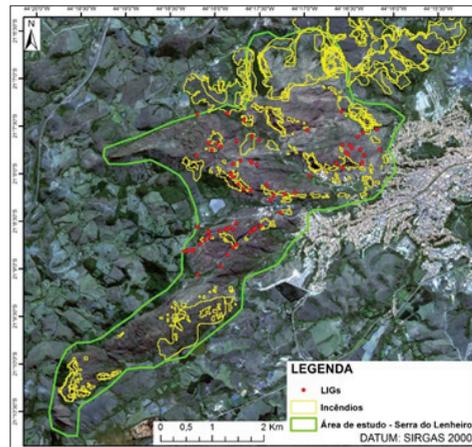
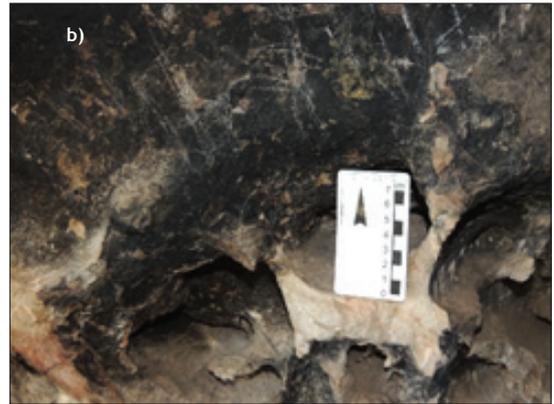
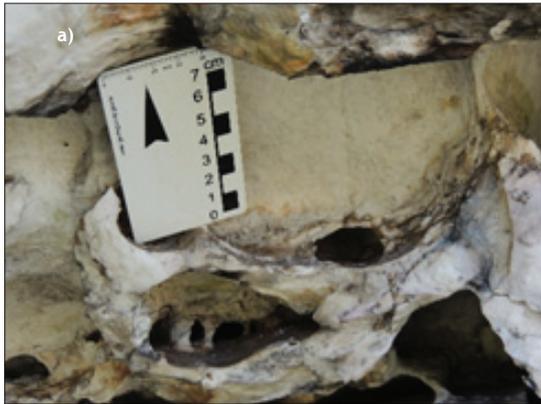


Fig. 5 - Ocorrências de incêndios x Lugares de Interesse Geoconservacionista.

Fig. 5 - Occurrences of fires x sites of geoconservation interest.



Fot. 1 - Dissoluções geoquímicas antes (a) e depois (b) da ocorrência de incêndios florestais (Fotografia de Arlon Cândido Ferreira, a) em 05/02/2015 e b) em 11/09/2015.).

Photo 1 - Geochemical dissolution before (a) and after (b) forest fires (Photography by Arlon Cândido Ferreira, a) in 05/02/2015 e b) in 11/09/2015).



Fot. 2 - Região de relevo ruiniforme antes (a) e depois (b) da ocorrência de incêndios florestais (Fotografia de Arlon Cândido Ferreira, a) em 18/01/2016; b) em 15/06/2016).

Photo 2 - Ruiniform region before (a) and after (b) forest fires (Photography by Arlon Cândido Ferreira, a) in 18/01/2016; b) in 15/06/2016).



Fot. 3 - Trilha descaracterizada por incêndios florestais (a); Depreciação da paisagem da Serra do Lenheiro após incêndios florestais (b) (Fotografia de Edmilson Sales, em 06/08/2014).

Photo 3 - Trail rendered featureless by forest fires (a); Decline of the Serra do Lenheiro landscape after forest fires (b) (Photography by Edmilson Sales at 06/08/2014).

- A presença de estromatólitos (fot. 4), cuja constituição corresponde a estruturas sedimentares litificadas constituídas por microorganismos envolvidos por uma fina camada mucilagionosa, formando um tapete biológico, de idade Pré-Cambriana. Sua importância geológica e paleontológica é significativa, pois sua ocorrência é rara, tanto no território brasileiro quanto mundial;
- A presença de sítios de pinturas rupestres, que são definidos e protegidos no Brasil pela Lei n. 3.924/61, sendo considerados bens patrimoniais da união (fot. 5).

Os incêndios florestais na área de estudo, em sua grande maioria, são de origem antrópica. São provenientes de vestígios de acampamentos não autorizados, da queima de resíduos sólidos dispostos de forma inadequada, do vandalismo causado por motociclistas que os utilizam para “limpar” a vegetação presente nas trilhas e por manifestações religiosas que utilizam velas e/ou outros elementos que produzem calor (fot. 6 a, b e c).

Apesar da Serra do Lenheiro ser parte integrante de uma Unidade de Conservação de Administração Municipal e

do Campo Escola de Montanhismo do Exército Brasileiro, localmente não há uma brigada de combate a incêndios efetiva. O Combate é feito por voluntários organizados em ONGs, sendo a ONG Brigada 1 a maior e mais efetiva no local (fot. 7). Pontualmente esse combate conta com o apoio do Corpo de Bombeiros e Exército Brasileiro. Esses grupos de voluntários ficam de prontidão o ano inteiro, mas tem sua maior atuação no período de tempo mais seco, que vai de junho a outubro (período de baixa precipitação na região).

Considerações Finais

A maioria dos incêndios registrados na área de estudo entre os anos de 2010 e 2017 ocorreram no período do inverno, quando os índices pluviométricos são menores, deixando a região mais vulnerável. A fragilidade frente aos incêndios florestais na região é devida às características de inflamabilidade da vegetação, acrescida das intervenções de natureza humana desenvolvidas tanto no entorno como no interior da Serra



Fot. 4 - Afloramento de estromatólito
(Fotografia de Arlon Cândido Ferreira, em 04/05/2016).

*Photo 4 - Outcrops of stromatolites
(Photography by Arlon Cândido Ferreira at 04/05/2016).*



Fot. 5 - Pinturas rupestres presentes na Serra do Lenheiro
(Fotografia de Arlon Cândido Ferreira, em 28/04/2015).

*Photo 5 - Rock paintings on the Serra do Lenheiro
(Photography by Arlon Cândido Ferreira at 28/04/2015).*



Fot. 6 - Vestígio de queimada em acampamentos irregulares (a); Resíduos sólidos dispostos e queimados de forma irregular (b); Resquício de manifestações religiosas que utilizam velas e outros objetos com fonte de calor (c) (Fotografias de Arlon Cândido Ferreira em 14/04/2015).

Photo 6 - Trace of burning in irregular encampments (a); Randomly discarded and burnt solid waste (b); Remnants of religious processions that use candles and other objects with heat sources (c) (Photography by Arlon Cândido Ferreira, taken at 14/04/2015).



Fot. 7 - Voluntários da Brigada 1 combatendo incêndios florestais na Serra do Lenheiro (Fotografia de Edmilson Sales, em 07/08/2014).

Photo 7 - Volunteers of Brigade 1 fighting forest fires on the Serra do Lenheiro (Photography by Edmilson Sales at 07/08/2014).

do Lenheiro, às quais estão associadas as ignições. O seu combate demonstra a necessidade da regulamentação das brigadas de combate, bem como a adequação e reposição de equipamentos de proteção individual e ferramentas adequadas de combate. Sem deixar de lado, ações e políticas de educação ambiental com os moradores e usuários da área.

Esses incêndios florestais demonstram a vulnerabilidade e a fragilidade da geodiversidade quando exposta a esses impactos, e como podem sofrer perdas, muitas vezes incalculáveis, quando atingida por eles. Vale ressaltar que são necessárias estratégias de geoconservação fundamentadas, aplicadas e utilizadas de forma sustentável, que classifiquem os incêndios florestais como risco a geodiversidade.

Independente das causas e de suas amplitudes, todos os incêndios florestais são perigosos e suas manifestações carecem de sistemas contínuos de mapeamentos, monitoramentos e ações preventivas e educativas, pois geram modificações e impactos que podem afetar e degradar lugares de interesse geoconservacionista.

Agradecimentos

A CAPES pela concessão da bolsa do 1º autor.

Referências

Antunes, M. A. H.; Siqueira, J. C. S. (2013). Características das imagens RapidEye para mapeamento e monitoramento e agrícola e ambiental. *Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 16.

Arana-Vastillo, R. (2007). *El patrimonio geológico de la región de Murcia*. [s.i]: Academia de Ciencias de La Región de La Murcia.

Barros, M. I. A. (2003). *Caracterização da visitação dos visitantes e avaliação dos impactos ecológicos e recreativos do planalto do Parque Nacional do Itatiaia*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

BRASIL - MINISTÉRIO DO TURISMO (2010). *Destino referência em turismo de estudos e intercâmbio*. Brasília: Editora Nacional.

Brilha, J. B. R. (2005). *Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Braga: Palimage.

Carcavilla, L. U., López-Martínez, J., Valsero, J. J. D. (2007). *Patrimônio geológico y geodiversidad investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.

Coura, P. H. F., Sousa, G. M., Fernandes, M. C. (2009). Mapeamento geocológico da susceptibilidade à ocorrência de incêndios no maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, 32 (2), 14-25.

Eschwege, W. L. (2011). *Pluto Brasiliensis*. Brasília: Senado Federal.

Ferreira, A. B. R., Santos, P. R., Resende, T. F., Almeida, G. P., Andrade, R. B., Maus, J. J., Valéria, V., Rocha, L. C., Figueiredo, M. A., Negreiros, A. B., Ferreira, A. C. (2014). Mapeamento Pedológico da Bacia do Ribeirão São Francisco Xavier - São João del-Rei (MG). *Anais Congresso Brasileiro de Geologia*, Salvador, BA, Brasil, 47.

Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (1998). Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília. 1998.

Letenski, R., Guimarães, G. B., Piekarcz, G. F., Melo, M. S. (2009). Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velho: nas trilhas da dissolução. *Turismo e Paisagens Cársticas*, 1 (2), 5-15.

Magro, T. C. (1999). *Impacto do uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional do Itatiaia*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Maldos, R. (2000). *A Formação Urbana da Cidade de São João Del-Rei*. Recuperado em 04 de maio de 2016, de <http://saojoaodelreitransparente.com.br/>

Nascimento, M. A. L., Ruchkys, Ú. A., Mantesso-Neto, V. (2008). *Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia.

Oliveira, J. C. (2006). Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura.

- Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil.
- Oliveira, P. E., Behling, H., Ledru, M. P., Barberi, M., Bush, M., Salgado-Laboriau, M. L., Garcia, M. J., Barth, O. M., Barros, M. A., Scheel-Ybert, R. (2005). Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. I: Souza, C. R. G., Suguio, K., Santos, A. M., Oliveira, P. E. (org.). *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 44.
- Ostanello, M. C. P. (2012). *Patrimônio Geológico do Parque Estadual do Itacolomi (Quadrilátero Ferrífero, MG)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brasil.
- Patalão, A. M. S. (2011). *Patrimônio geológico dos concelhos de Miranda do Douro e de Mogadouro*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Minho, Portugal.
- Pereira, A. A., Pereira, J. A. A., Morelli, F., Barros, D. A., Acerbi-Jr, F. W., Scolforo, J. R. S. (2012). Validação dos focos de calor utilizados no monitoramento orbital de queimadas por meio de imagens TM. *Cerne*, 18 (2), 335-343.
- Pereira, G., Ferreira, N. J., Moraes, E. C., Cardozo, F. S., Freitas, S. R. (2009). Análise das áreas queimadas e das emissões dos gases do efeito estufa no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro - Santa Catarina. *Geosul*, 24 (47), 113-130.
- Rapideye. (2017). *Satellite Imagery Product Specifications*. Recuperado em 23 de fevereiro de 2017, de <http://www.rapideye.com>
- Resende, F. C. (2017). *Análise da Distribuição Espacial das Áreas Queimadas na Porção Nordeste do Bioma Cerrado*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG, Brasil.
- Ribeiro, A. (1997). *Estratigrafia e paleoambientes nas sucessões metassedimentares proterozóicas das serras do Lenheiro e São José, São João del Rei, sul de Minas Geras (Tese de Doutorado)*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Ribeiro, A., Paciullo, F. V. P., Noce, C. M., Valeriano, C. M., Valença, J. G., Ávila, C. A., Trouw, R. A. J., Silva, M. A. (2002). *Carta Geológica - Folha SF.23-X-C-II - São João Del-Rei - Escala 1:100.000 com texto explicativo* (Projeto Sul de Minas - Etapa I. Belo Horizonte), COMIG.
- Ribeiro, A., Teixeira, W., Dussin, I. A., Ávila, C. A., Nascimento, D. (2013). U-Pb LA-ICP-MS detrital zircon ages of the São João del Rei and Carandaí basins: New evidence of intermitente Proterozoic rifting in the São Francisco paleocontinent. *Gondwana Reserarch*, 24 (2), 713-726.
- Silva, A. L. G. (2017). *Descrição dos Principais Sistemas Sensores Orbitais em Operação*. Recuperado em 21 de dezembro de 2017, de <http://www.uff.br/degeografia/index.pnh/home>
- Silva, V. V., Silva, L. R. S., Costa, J. C., Faria, B. C., Pereira, G. (2016, junho). Análise Temporal das Áreas de Expansão de Reflorestamento na Região do Campo das Vertentes - MG. Anais da *Jornada Científica da Geografia*, Alfenas, MG, Brasil, 4.
- Soares, T. B. O. (2014). *Análise e Mapeamento dos Incêndios Florestais de 2010 no Parque Nacional da Serra da Canastra-MG*. Monografia de Especialização, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais, Barbacena, MG, Brasil.
- Scudeller, A. A., Resck, B. C., Vasconcelos, B. N., Barbosa, D. S. A., Sousa, D. V., Souza, E., Vieira, E. M., Simas, F. N. B., Moreira, G. F., Giacomini, G., Marotta, G. S., Oliveira, G. C., Corrêa, G. R., Faria, M. M., França, M. M., Portes, R. C., Oliveira, S. A. (2010). *Mapa de Solos de Minas Gerais: legenda expandida* (Fundação Estadual do Meio Ambiente), FEAM/UFV/CETEC/UFLA.
- Tavares, R. R. B. (2011). Serra do Lenheiro em São João Del-Rei como Atrativo Ecoturístico: um estudo de caso. *Revista Eletrônica Saberes Interdisciplinares*, 7 (1), 48-67.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). (2013) *Landsat: A Global Land-Imaging Mission*. Recuperado em 04 de maio de 2017, de <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3072/fs2012-3072.pdf>
- Vasconcelos, M. F. (2011). O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do leste do Brasil? *Rev. Bras. Bot.*, 34 (2), 241-246.