



Focos de calor do bioma Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro: uma abordagem de gestão e legislação ambiental

Sara dos Santos Clemente¹, José Francisco de Oliveira Júnior^{2,*}, Marco Aurélio Passos Louzada³

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

²Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, RJ, Brasil.

*Autor Correspondente: junior_inpe@hotmail.com

Recebido: 10/08/2017; Aceito: 25/10/2017

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar e relacionar os focos de calor na Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro com a gestão ambiental, de modo a proporcionar uma visão holística relacionada à legislação ambiental para assegurar o seu cumprimento no estado. Dados de focos de calor do bioma Mata Atlântica foram obtidos do BDQueimadas no período de 1998 a 2015. A análise descritiva (frequência, média e coeficiente de variação) foi aplicada à série temporal de focos de calor, seguida da análise exploratória (*boxplot*) nas escalas mensais e anuais. Os resultados mostraram que o estado do Rio de Janeiro apresentou 32.476 focos de calor, com destaque para os anos de 2010, 2011, 2014 e 2016, e que o trimestre de agosto, setembro e outubro é o mais suscetível às maiores ocorrências de focos de calor no estado, devido ao período de baixas precipitações e altas temperaturas. As análises de uso e ocupação do solo mostraram que a cidade de Campos dos Goytacazes apresentou o maior número de focos de calor no estado e que a região Metropolitana concentra a maior quantidade de focos de calor em relação às outras regiões do estado, ao contrário da Costa Verde, que possui o menor registro. A utilização do fogo é uma prática lesiva e passível de punição, conforme assegurado na legislação ambiental, e para que o Rio de Janeiro esteja inserido num quadro de conservação ambiental a gestão pública estadual precisa adotar medidas de monitoramento para o desenvolvimento do estado e a utilização das leis de uso e ocupação do solo em todas as suas cidades.

Palavras-chave: incêndios florestais; sensores orbitais; satélites ambientais; políticas públicas.

Atlantic Forest biome hotspots in the State of Rio de Janeiro: a management and environmental legislation approach

Abstract: This study aimed to evaluate hotspots in the Atlantic Forest of the State of Rio de Janeiro and relate them to environmental management, in order to provide a holistic vision with regard to environmental legislation and ensure that it is followed in the state. Data from Atlantic Forest biome hotspots were obtained from BDQueimadas between 1998 and 2015. Descriptive analyses (frequency, mean and coefficient of variation) were applied to hotspot time series, and then an exploratory analysis (*boxplot*) was performed in monthly and annual scales. Results showed that the State of Rio de Janeiro had 32,476 hotspots, with an especially high number in 2010, 2011, 2014 and 2016. The August, September and October quarter was the most susceptible to higher occurrences of hotspots in the state due to low rainfall and high temperatures. An analysis of land use and occupation showed that the city of Campos dos Goytacazes had the highest number of hotspots in the state. The metropolitan region had the greatest number of hotspots in relation to other regions of the state, like Costa Verde, which has the lowest registration of hotspots. Fire use is a harmful and punishable practice, as guaranteed by environmental legislation. For Rio de Janeiro to be included in an environmental conservation framework, public management from the state must adopt monitoring measures to develop the state and to apply land use and occupation laws in all of its cities.

Keywords: forest fires; orbital sensors; environmental satellites; public policy.

1. INTRODUÇÃO

A maneira como uma sociedade encara o meio ambiente é cultural. A degradação ambiental é resultado da influência de diversos fatores que a sociedade proporciona (ALIER, 2007; ANJOS, 2015), por exemplo, a utilização do fogo para limpeza de áreas, além de princípios sociais e econômicos, que refletem diretamente no nível de degradação presente em determinado local. Antigamente, o homem preocupava-se pouco com a qualidade do meio ambiente, priorizando o fator econômico, o produtivo industrial. Com o tempo, a relação do homem com a natureza mudou, e sua visão passou de respeitosa a manipuladora. Por muito tempo, os efeitos dessa falta de preocupação não foram percebidos e os riscos foram sendo adiados (DEAN, 2004; ANJOS, 2015). No Brasil, o meio ambiente começou a ser percebido a partir da 1ª Conferência Mundial de Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia, em 1972. A partir daí os discursos de defesa e conservação do meio ambiente passaram a vigorar com o passar dos anos e perduram até os dias atuais (DUARTE, 2015).

Com o estabelecimento da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) e a criação da Política Nacional da Educação Ambiental pela Lei nº 9.795/1999 (BRASIL, 1999), a sociedade passou a ter um papel fundamental na preservação do meio ambiente. A conservação do meio está diretamente ligada à qualidade de vida da população atual e das futuras gerações (SORRENTINO et al., 2005). Tanto o poder público quanto a sociedade tornaram-se responsáveis pela natureza e sua defesa. E para que isso seja de fato cumprido, o artigo nº 225 da Constituição Federal de 1988 estabelece que o poder público deve promover a educação ambiental; proteger a fauna e a flora na forma da lei; tornar infratoras pessoas físicas ou jurídicas que tenham condutas ou atividades lesivas ao meio ambiente; controlar a produção, comercialização, técnicas e substâncias que apresentem risco à vida e ao meio ambiente e definir os espaços a serem protegidos (BRASIL, 1988). Toda prática lesiva ao meio ambiente deve ser punida pelas autoridades de acordo com a legislação ambiental. Como garantia, a Política Nacional do Meio Ambiente — PNMA (Lei nº 6.938/81) (BRASIL, 1981), que foi alterada pela Lei nº 10.165/2000 (BRASIL, 2000), assegura a preservação, a qualidade ambiental e o desenvolvimento do país. Embora a legislação assegure a preservação ambiental, o Brasil é o líder entre os países da América do Sul quando o assunto é queimada, principalmente relacionada às ações humanas (PEREIRA & SILVA, 2016).

As queimadas se tornaram prática comum no Brasil com as atividades agrícolas, que utilizam o fogo como alternativa para limpeza agropastoril, desmatamento, manutenção das pastagens e em sistemas de produção como a cana-de-açúcar (CAÚLA et al., 2015; PEREIRA & SILVA, 2016). Os incêndios florestais (fogo descontrolado ocasionado por queimada) e as queimadas podem ser originados pela ação humana, de forma criminoso ou acidental, e por condições climáticas favoráveis, como pouca chuva e períodos de seca (JUSTINO et al., 2002; PEREIRA & SILVA, 2016). Os danos causados pelos incêndios florestais vão da perda de espécies de fauna e flora e modificação do clima à alteração da saúde da população (CUSTÓDIO, 2006). Eles também provocam o aumento das emissões de gases do efeito estufa (GEEs), causam impactos no clima regional e global e são responsáveis por parte da poluição atmosférica e piora da qualidade do ar, contribuindo para o aquecimento global (PEREIRA, 2004; CUSTÓDIO, 2006; SILVA DE SOUZA et al., 2012, CAÚLA et al., 2015). O Brasil ocupa a segunda posição no mundo em quantidade de florestas, com uma reserva florestal em torno de 520 milhões de hectares, de acordo com o boletim da Organização das Nações Unidas (Food and Agriculture Organization — FAO). Porém, é responsável por cerca de 3% das emissões atmosféricas de carbono (PEREIRA, 2004) e, nos últimos cinco anos, registrou o maior número de queimadas entre os países da América do Sul (INPE, 2017a).

A legislação ambiental, por meio das Leis de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98) (BRASIL, 1998) e de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/12) (BRASIL, 2012), enquadra a prática da utilização do fogo como nociva ao meio ambiente. A Lei de Crimes Ambientais prevê punições por meio de multa e reclusão de dois a quatro anos para quem provocar incêndio em mata ou floresta. O governo, no entanto, é responsável pela prevenção, controle e combate a incêndios e utilização do fogo em áreas protegidas (BRASIL, 2012). Isso significa que cabe ao poder público melhorar a qualidade ambiental onde for necessário e promover o desenvolvimento econômico do país (BRASIL, 1981), já que o meio ambiente é um patrimônio público (BRASIL, 1981; 1988) que deve ser protegido por todos, assegurando o direito ao ambiente equilibrado, condição indispensável para a sadia qualidade de vida (BRASIL, 1988). Como parte das ferramentas disponíveis para que haja esse controle e proteção do patrimônio ambiental do país, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) utiliza os satélites ambientais para monitoramento dos biomas, unidades de conservação (UC) e áreas de proteção ambiental (APA) (CAÚLA et al., 2016; INPE, 2017b). Atualmente são processadas imagens do sensor orbital AVHRR/3 (ou *Advanced Very-High-Resolution Radiometer*) dos satélites NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19 e METOP-B, do sensor orbital MODIS (ou *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dos satélites NASA TERRA e AQUA, as VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) do SUOMI NPP (*Suomi National Polar-orbiting Partnership*) e as imagens dos satélites geoestacionários GOES-13, GOES-16 e MSG-3. Com relação a focos de calor na vegetação, o INPE processa cerca de 200 imagens diariamente (INPE, 2017a).

Apesar de existirem alguns trabalhos sobre incêndios florestais/queimadas (COURA et al., 2010; FERNANDES et al., 2011) e focos de calor (CAÚLA et al., 2016) no estado do Rio de Janeiro, até o momento existe uma carência de estudos que relacionem o uso de satélites ambientais via sensores orbitais na detecção de focos e aplicação da gestão e legislação ambiental no estado. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar e relacionar os focos de calor no estado do Rio de Janeiro com a gestão ambiental, de modo a proporcionar uma visão holística relacionada à legislação ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estado do Rio de Janeiro está localizado na região Sudeste do Brasil, tendo como limite os estados de Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo (CEPERJ, 2017). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), o Rio de Janeiro possui uma área total de 43.781.566 km², e o seu território está dividido em oito regiões de governo (Metropolitana, Noroeste Fluminense, Norte Fluminense, Baixadas Litorâneas, Serrana, Centro-Sul Fluminense, Médio Paraíba e Costa Verde), possuindo 92 municípios (Figura 1), com população estimada em 16.635.996 indivíduos (IBGE, 2017). A proximidade do mar e a presença de uma cadeia de montanhas que corta o estado quase que longitudinalmente influenciam o clima, de maneira a existirem áreas úmidas e semiúmidas e clima que varia de tropical a tropical de altitude, de acordo com a região e a altitude local. O Rio de Janeiro é um estado que possui todo o seu território na zona de ocorrência original do bioma Mata Atlântica e sua paisagem é composta por escarpas elevadas encontradas à beira-mar e que seguem para o interior. Hoje o estado do Rio de Janeiro possui apenas 18,7% de sua área ocupada pela Mata Atlântica, com vegetação em diferentes estágios de conservação (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA, 2015), sendo composta por diversas fisionomias vegetais encontradas em todas as regiões do estado. A Mata Atlântica caracteriza-se por estar representada por remanescentes de vegetações dos tipos florestas ombrófilas densa, aberta e mista (encontradas principalmente em UC, como o Parque Nacional da Serra dos Órgãos), ecossistemas associados como restingas e manguezais e campos de altitude (encontrados no Parque Nacional do Itatiaia), além de formações naturais não florestais (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA & INPE, 2017).

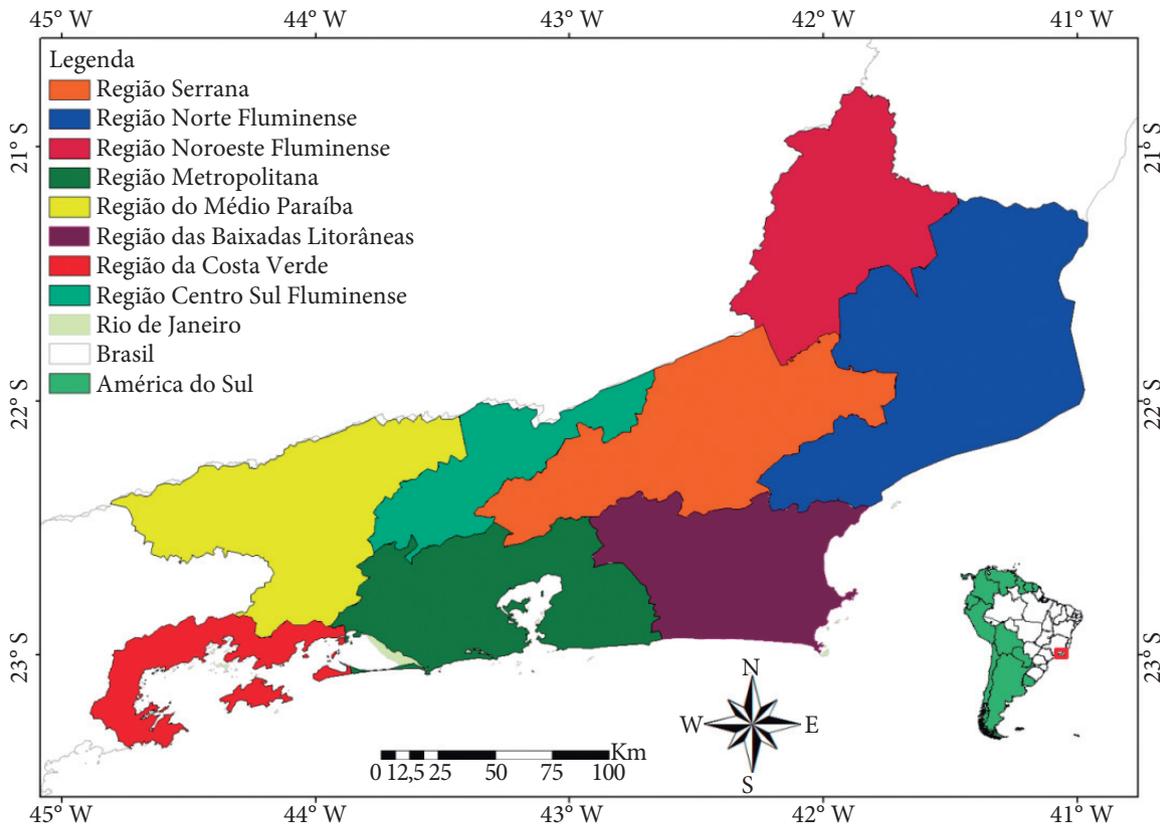


Figura 1. Estado do Rio de Janeiro, com suas regiões de governo.

2.2. Dados de focos de calor

Os dados referentes aos focos de calor do bioma Mata Atlântica foram obtidos a partir do banco de dados de queimadas BDQueimadas, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (CPTEC; INPE, 2017). Foi utilizada uma série temporal de 17 anos, que se iniciou em junho de 1998 e teve término em junho de 2015. Os dados de satélites ambientais foram baixados de forma integral, sem separação por tipo de sensor orbital (MODIS ou AVHRR) ou tipo de satélite (órbita polar ou geoestacionário). É importante salientar que este estudo não objetivou diferenciar e identificar os focos de calor, portanto os satélites podem interpretar áreas com grandes temperaturas como focos de calor.

2.3. Estatística aplicada à série temporal de focos de calor

Os dados, depois de organizados, foram separados nas escalas mensais e anuais e tratados estatisticamente. Na etapa de análise descritiva foram calculadas as frequências, médias, medianas, valores máximos, amplitude total, limites inferiores e superiores, coeficientes de variação (CVs, %), desvio padrão (S), quartil inferior (QI) e superior (QS) e amplitude interquartilica (AIQ). A análise exploratória foi baseada no *boxplot* nas escalas mensais e anuais e, ainda, na identificação dos *outliers* (valores discrepantes).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análises descritiva e exploratória da série temporal de focos de calor no estado do Rio de Janeiro

As análises realizadas mostraram a ocorrência de 32.476 focos de calor no estado do Rio de Janeiro durante o período de 1998 a 2015. A análise detectou uma variabilidade nos dados, apontando, por meio da soma anual, os anos de 2014 e 2015 com os maiores registros de focos de calor no período estudado, com mais de 6 mil focos cada um (Figura 2). No entanto, o estudo também apontou outros dois anos com registros altos (2010 e 2011), embora bem menores que os indicados, mas bem maiores que os demais. Embora a quantidade de focos de calor nos primeiros anos citados (2014 e 2015) seja alarmante, tais anos apresentaram menor CV quando comparados aos demais, demonstrando a homogeneidade dos focos de calor, ou seja, uma quantidade de focos relativamente alta e similar ao longo de todos os meses, tendo as médias mais altas da série temporal. Os anos de 1999 e 2002 também merecem destaque por apresentarem os maiores CVs da série, apesar de suas médias estarem entre as mais baixas. Isso se deve aos números elevados de focos de calor nos meses de agosto, setembro e outubro, quando sofrem um aumento significativo, alterando o conjunto anual de focos de calor heterogêneo, já que a quantidade de focos ativos nos meses que antecedem esse trimestre é praticamente nula. Nesse período (de setembro a março), a incidência de raios solares é vista em maiores ângulos e o tempo de radiação é maior, resultando em dias mais longos e temperaturas mais elevadas em praticamente toda a região Sudeste, exceto nas áreas mais elevadas, onde as temperaturas são mais amenas (NIMER, 1972). No verão, segundo Silva & Dereczynski (2014), os índices pluviométricos são maiores devido à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul/Zona de Convergência de Umidade (ZCAS/ZCOU) e de convecção local, enquanto no inverno a chuva é influenciada pela diminuição da passagem de sistemas frontais (SF), o que provoca redução no volume de precipitação (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2014; BRITO et al., 2017).

A transição climática da região Sudeste está próxima dos climas tropicais, o que significa que as estações chuvosa e seca são bem definidas, constituindo uma característica importante dessa região (NIMER, 1972). O clima do Rio de Janeiro é influenciado pela proximidade do oceano e a altitude (SILVA & DERECZYNSKI, 2014). Tanto as chuvas como a temperatura do ar sofrem influência considerável da topografia e da proximidade do mar. As áreas de altitude elevada possuem as maiores precipitações, enquanto as regiões de baixada e costa contam com os valores mínimos. A chuva no estado do Rio de Janeiro sofre uma irregularidade devido à passagem de SF, ao estabelecimento da ZCAS, à ocorrência de sistemas convectivos de mesoescala (SCM) e à circulação das brisas marítimas/terrestres (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2014; BRITO et al., 2017). Nota-se durante o ano a ocorrência de temperatura mínima média nas áreas mais elevadas (região Serrana), ficando entre 9,5 e 11,0°C no inverno e entre 15,5 e 17,0°C no verão (BOLETIM CLIMANÁLISE, 2017). As temperaturas mínimas mais elevadas acontecem nas áreas de baixada e planície, principalmente na Zona Norte (município do Rio de Janeiro), nos litorais das Baixadas Litorâneas e no Norte Fluminense, ficando entre 17,0 e 18,5°C no inverno e entre 21,5 e 23,0°C no verão. A região Serrana registra as menores temperaturas máximas do estado, ficando entre 21,5 e 23,0°C no inverno e entre 26,0 e 27,5°C no verão. As temperaturas mais elevadas são registradas nas regiões Metropolitana e Norte Fluminense (26,0 e 27,5°C no inverno e 32,0 e 33,5°C no verão) (SILVA & DERECZYNSKI, 2014).

Atualmente, a Mata Atlântica abriga sete dos dez municípios mais populosos do Brasil — São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador, Curitiba, Recife e Porto Alegre (IBGE, 2017) —, e a pressão causada pela expansão das

grandes e médias cidades, em especial a expansão desordenada, é um dos principais causadores da perda de cobertura vegetal desse bioma (SCARANO et al., 2012). Isso significa que, quanto maior o crescimento da cidade, mais se perde em cobertura vegetal. O crescimento extensivo de algumas das grandes metrópoles brasileiras afetou diretamente os

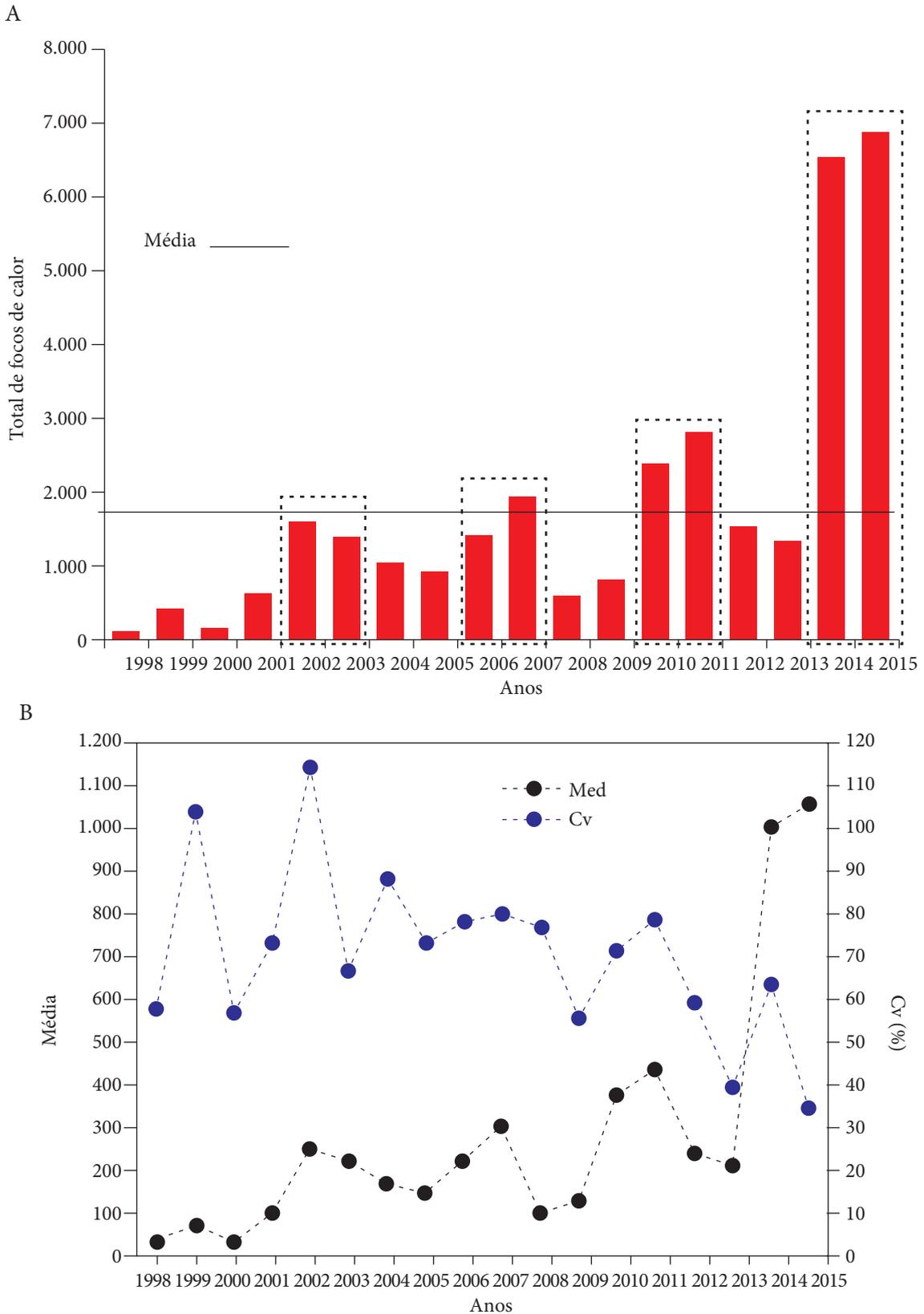


Figura 2. Total de focos de calor (A) e médias e os coeficientes de variação dos focos de calor (B) do bioma Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2015.

remanescentes da Mata Atlântica, gerando perturbações e degradação ao bioma (SCARANO et al., 2012), e uma das maiores perturbações à cobertura vegetal ainda é a utilização do fogo de maneira desordenada.

Com relação ao período em que há aumento significativo na quantidade de focos de calor (Figura 3A), o estudo identificou o trimestre de agosto, setembro e outubro (Figura 3B) como o mais suscetível às maiores ocorrências de focos no estado do Rio de Janeiro, conforme verificado por Cardoso et al. (2013), Justino et al. (2002), Pereira et al. (2014) e Caúla et al. (2015).

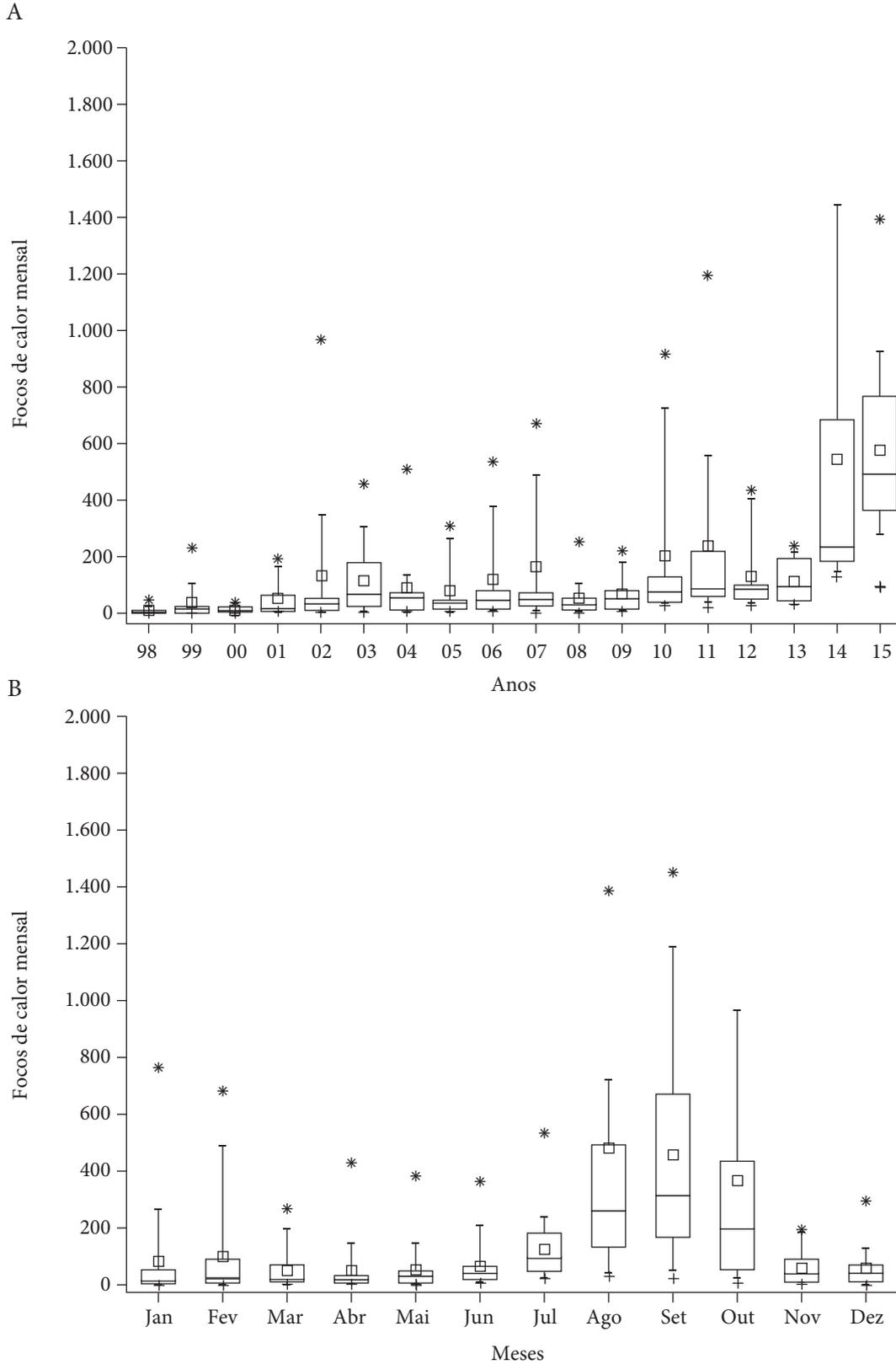


Figura 3. Boxplots anual (A) e mensal (B) dos focos de calor do bioma Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro.

Com base no monitoramento dos focos de calor por biomas do INPE (2017), foi possível observar que a Mata Atlântica, em nível nacional, possui as mesmas características quando é avaliada a ocorrência de incêndios e queimadas.

Os resultados obtidos por este estudo corroboram os de demais autores, como Cardoso et al. (2013), que observaram durante o período de 2006 a 2012 uma concentração maior de focos de calor no trimestre de agosto, setembro e outubro na região Centro-Oeste. Segundo eles, de janeiro a abril os focos se mantêm praticamente estáveis, com pouca oscilação, e nos meses de maio e junho é possível notar um aumento gradativo. A partir de julho, tem-se um aumento considerável, atingindo o pico no mês de setembro. A partir de outubro, há uma diminuição na quantidade de focos de calor, conforme observado na Figura 3B. Notou-se que os meses apresentaram, assim como os anos, alta variabilidade na quantidade de focos de calor, o que é demonstrado pelos *outliers*, que verificaram valores exorbitantes devido a alguns valores excederem a maioria dos demais. Segundo Pereira et al. (2014), é necessário conhecer o perfil dos incêndios florestais que acometem o país. No que tange a esta pesquisa, é possível perceber na Figura 3B a ocorrência de incêndios e queimadas no período de menores totais de chuva na região Sudeste, principalmente no estado do Rio de Janeiro (Brito et al., 2017), levando ao entendimento de que os focos de calor aumentam consideravelmente na ausência de chuva com atraso de meses. Ou seja, são resultado de menores totais de chuva, da soma de pouca chuva, da baixa umidade do ar e, principalmente, do hábito do brasileiro de queimar restos de plantação, fazer limpeza de pequenas ou grandes áreas, soltar balões e se livrar do lixo com uso do fogo. Para Justino et al. (2002), os focos de calor seguem o mesmo padrão em todo o país. Justino et al. (2002) e Pereira et al. (2014) obtiveram resultados similares aos apresentados neste estudo (Figura 3B), em que foi possível perceber um acentuado número de focos de calor no trimestre de agosto, setembro e outubro, aumentando consideravelmente a partir de julho.

3.2. Uso e cobertura do solo nas regiões de governo do estado do Rio de Janeiro

De acordo com o mapa de uso e cobertura do solo do IBGE, o Rio de Janeiro possui quase metade do seu território destinado às pastagens, sobrepondo-se à área florestal do estado, que corresponde a cerca de 33% do território fluminense. Além da região Centro-Sul Fluminense, as áreas de pastagens também estão presentes ao longo de toda a parte norte do estado, incluindo as regiões do Médio Paraíba, Noroeste, Norte, Serrana e parte das Baixadas Litorâneas do Rio de Janeiro (IBGE, 2017). A área que abrange a floresta fluminense é encontrada em maior estado de conservação nas serras, como na região Costa Verde e no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, sendo essas áreas de grande importância para a conservação da biodiversidade do estado (IBGE, 2017). No geral, o Rio de Janeiro possui atividades econômicas de uso e cobertura do solo que incluem pastagens, lavouras, silvicultura e área de mineração. O uso da terra no estado está dividido, além das atividades econômicas em área florestal, em áreas urbanizadas, área campestre, águas costeiras, águas continentais e áreas descobertas (IBGE, 2017). A situação preocupante do estado está ligada à supressão de vegetação florestal secundária para obtenção de áreas de pastagem. Essa situação começou a se consolidar no Brasil a partir da década de 1970, com o aumento das áreas destinadas à criação de gado, utilização da madeira e plantação de soja (HELOU et al., 2012). O desmatamento no Brasil vem sofrendo queda nos últimos anos, conforme relatório de Fundação S.O.S Mata Atlântica & INPE (2015). O Rio de Janeiro, porém, teve um aumento de 37% no período 2014-2015/2015-2016, e a área total de remanescentes da Mata Atlântica no estado chegou a 819.584 hectares em 2016 (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLANTICA & INPE, 2015).

As análises dos focos de calor por região de governo do estado do Rio de Janeiro mostraram haver cidades com resultados maiores totais em relação às outras, quando comparados os números de focos. Na região Norte Fluminense, onde há predominância das atividades açucareira e petrolífera (CEPERJ, 2017), registrou-se o maior número de focos de calor do estado na cidade de Campos dos Goytacazes (58,9%) (Figura 4). A região Norte Fluminense assumiu, nas últimas décadas, um importante papel no estado com a atividade petrolífera na bacia de Campos. A produção de petróleo e gás natural tornou-se o principal contribuinte do produto interno bruto (PIB) estadual (CEPERJ, 2017). Com a modernização e a mecanização da agroindústria açucareira, houve um aumento na capacidade produtiva, e Campos dos Goytacazes concentra atualmente a maior quantidade de indústrias da região, dentre elas as de produtos alimentares, química e transformação de produtos de minerais não metálicos e mecânicos (CEPERJ, 2017). Assim como Campos, Macaé (12,4%) também se destacou com um grande número de focos de calor, apresentando também uma economia baseada na extração de petróleo e gás natural da bacia de Campos (CEPERJ, 2017). O número elevado de focos de calor nessas duas cidades se deve à quantidade de indústrias na região. Vale ressaltar que as regiões Norte Fluminense e Noroeste possuem os menores totais de chuva anuais do estado do Rio de Janeiro (SILVA & DEREZYNSKI, 2014; BRITO et al., 2017).

A análise da região Noroeste Fluminense mostrou pouca variação na quantidade de focos de calor, exceto nas cidades de Natividade (16,44%) e Itaperuna (28,56%), que apresentaram resultados significativos em relação às demais (Figura 5). Essa região passou por um período de economia baseada na cafeicultura e, posteriormente, na

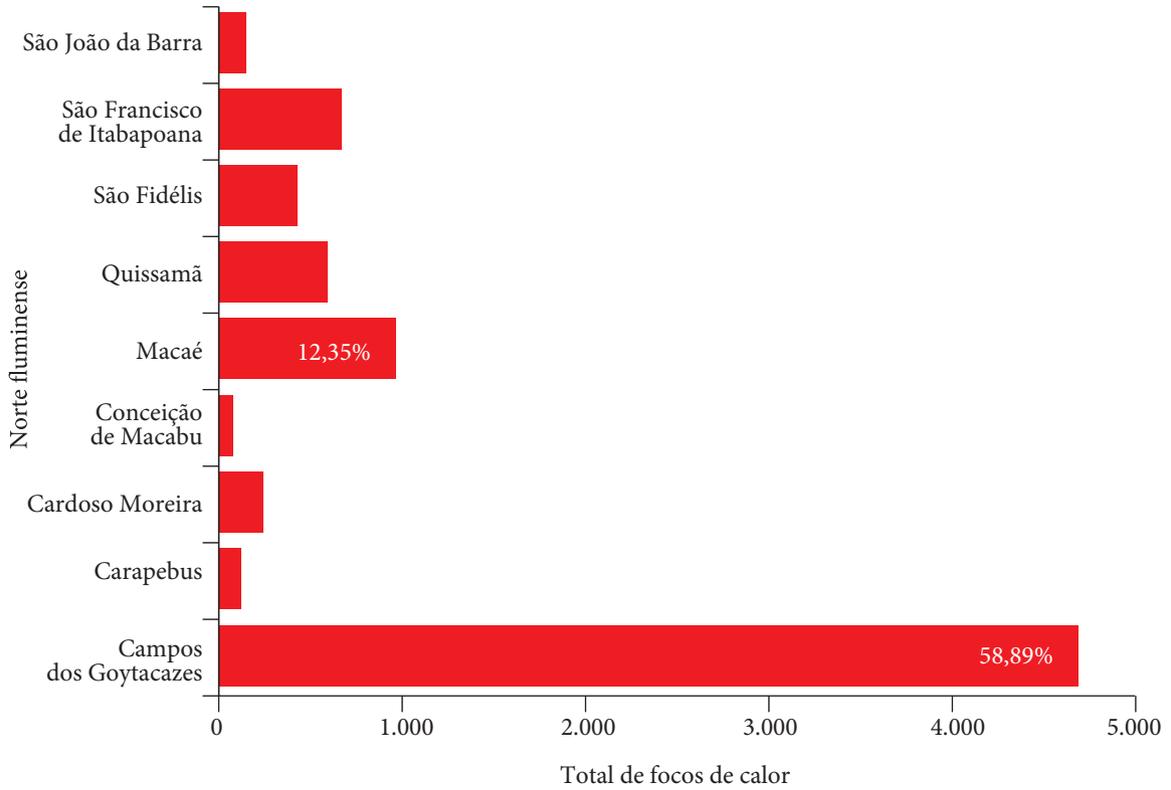


Figura 4. Distribuição do total dos focos de calor na região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

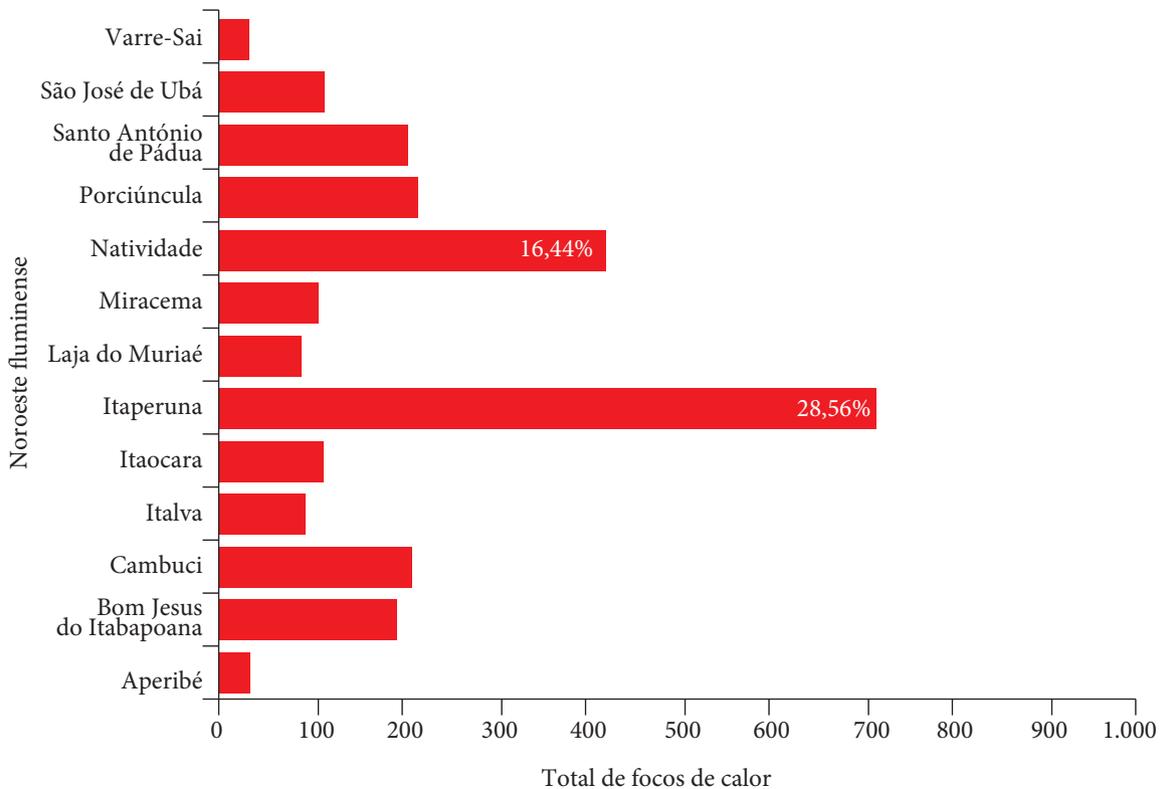


Figura 5. Distribuição do total dos focos de calor na região Noroeste Fluminense do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

agricultura (CEPERJ, 2017). A região possui o menor PIB *per capita*, o maior percentual de pobres e a menor renda domiciliar *per capita* do estado (SEBRAE, 2017). Dessa forma, a falta de conhecimento da população e a carência de educação ambiental influenciam em sua relação com o meio ambiente, podendo gerar danos à natureza. Atualmente, a economia da região está baseada nos setores de serviço e comércio, mas também existe a agropecuária, que corresponde a 6,7% do valor adicional bruto (VAB) (SEBRAE, 2017). Hoje, Itaperuna é o centro regional e exerce influência sobre a região Noroeste Fluminense (CEPERJ, 2017).

A região Serrana apresentou a maior quantidade de focos de calor em seus municípios em comparação às demais regiões de governo (Figura 6). As cidades de Nova Friburgo (14,52%) e Petrópolis (15,64%) desempenham papel importante na economia da região. Nova Friburgo exerce influência sobre os demais municípios, abrigando indústrias de diversos segmentos. Petrópolis, por sua vez, também abriga várias indústrias, porém mais voltadas para a área têxtil e de vestuário (CEPERJ, 2017). Atualmente, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2017), a região Serrana possui economia voltada para a administração pública, o comércio, a indústria e a agropecuária. A cidade de Teresópolis (21,57%) obteve a maior quantidade de focos de calor em comparação aos demais municípios da região e possui geomorfologia em domínio montanhoso, ou seja, seu relevo, assim como o de toda a região Serrana, é formado por colinas de pequena e média amplitude intermediadas por vales planos, sendo favorável a deslizamentos de terra. A cidade é dividida em área urbana e rural, onde é possível observar falta de preservação ambiental e conservação do solo (COMITÊ PIABANHA, 2014).

A região Centro-Sul Fluminense foi dependente no passado da atividade cafeeira. No entanto, sua economia atual está voltada às atividades de turismo, criação de gado e olericultura (CEPERJ, 2017). As duas últimas atividades são de grande impacto para o meio ambiente, com degradação ambiental. A atividade de criação de gado é tida como a mais alarmante, uma vez que sua implantação exige a conversão da floresta em pastagem (FAO, 2016). Por ser mais prático e mais barato, o fogo é o método mais utilizado pelos produtores rurais (CAÚLA et al., 2015). Outro aspecto marcante da região é o parcelamento do solo e a transformação de propriedades em hotéis-fazenda e sítios de lazer (CEPERJ, 2017). De acordo com a avaliação do uso e da cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (ANDRADE et al., 2015), a maior parte da bacia era composta por pastagens no ano de 2012, com tendência de crescimento. Além disso, foi percebida uma perda florestal na área da bacia entre os anos de 2001 e 2012 (ANDRADE et al., 2015). As cidades com destaque em relação à quantidade de focos de calor foram Paraíba do Sul (20,76%), Vassouras (20,46%), Três Rios (15,82%) e Sapucaia (13,93%) (Figura 7).

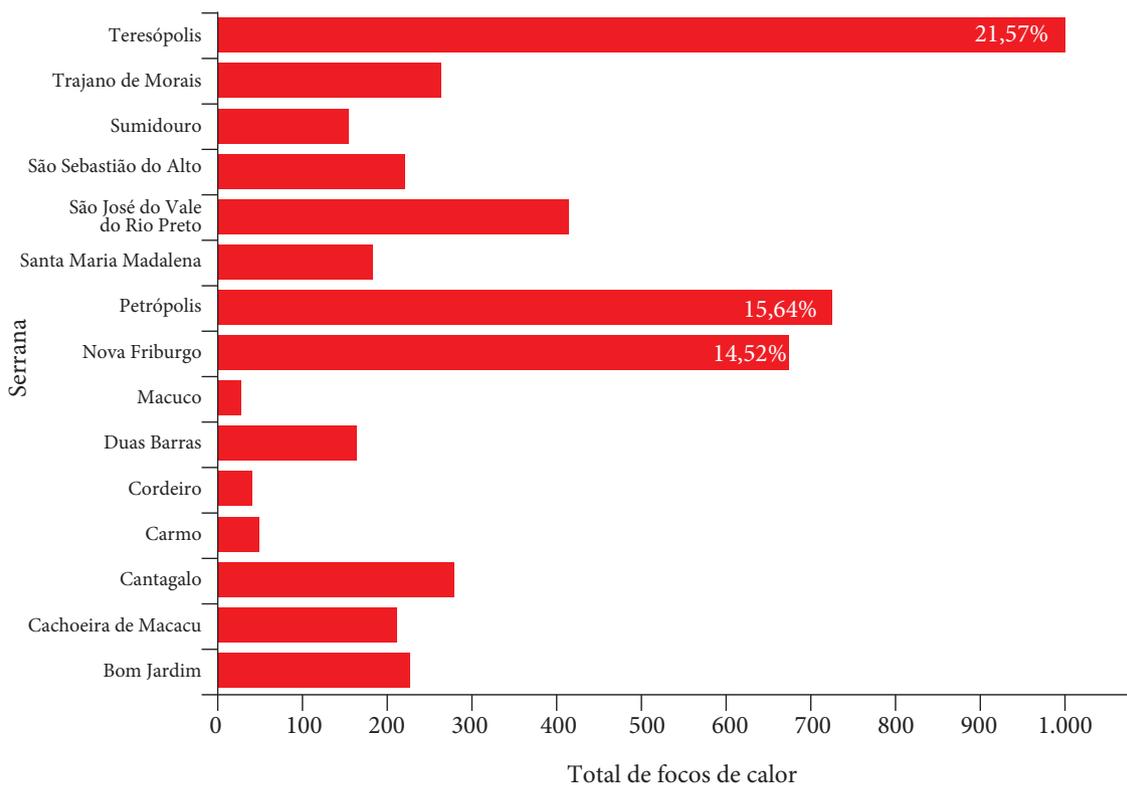


Figura 6. Distribuição do total dos focos de calor na região Serrana do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

A região das Baixadas Litorâneas é turística e dedicada ao lazer (CEPERJ, 2017). É possível perceber que a quantidade de focos de calor variou pouco nas quatro cidades da região que mais se destacaram: Silva Jardim (22,21%), Cabo Frio (18,83%), Araruama (18,40%) e Saquarema (14,55%) (Figura 8). Essas cidades são expressivas nas ativida-

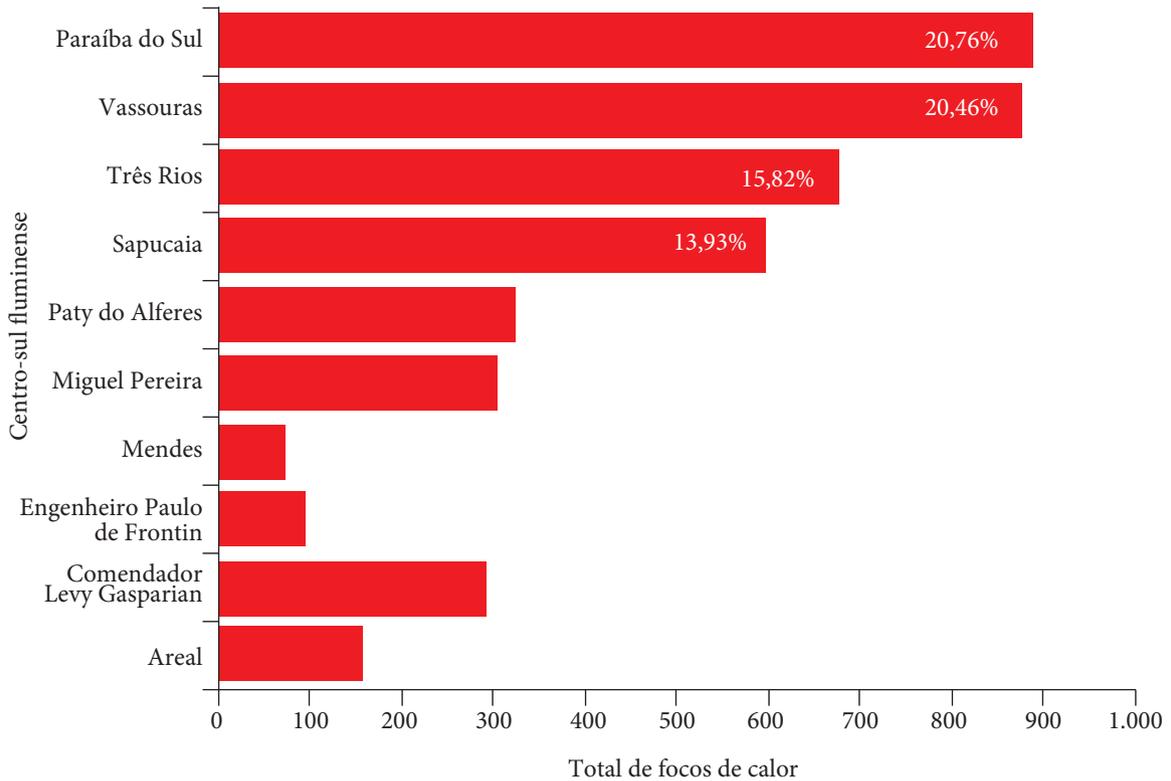


Figura 7. Distribuição do total dos focos de calor na região Centro-Sul do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

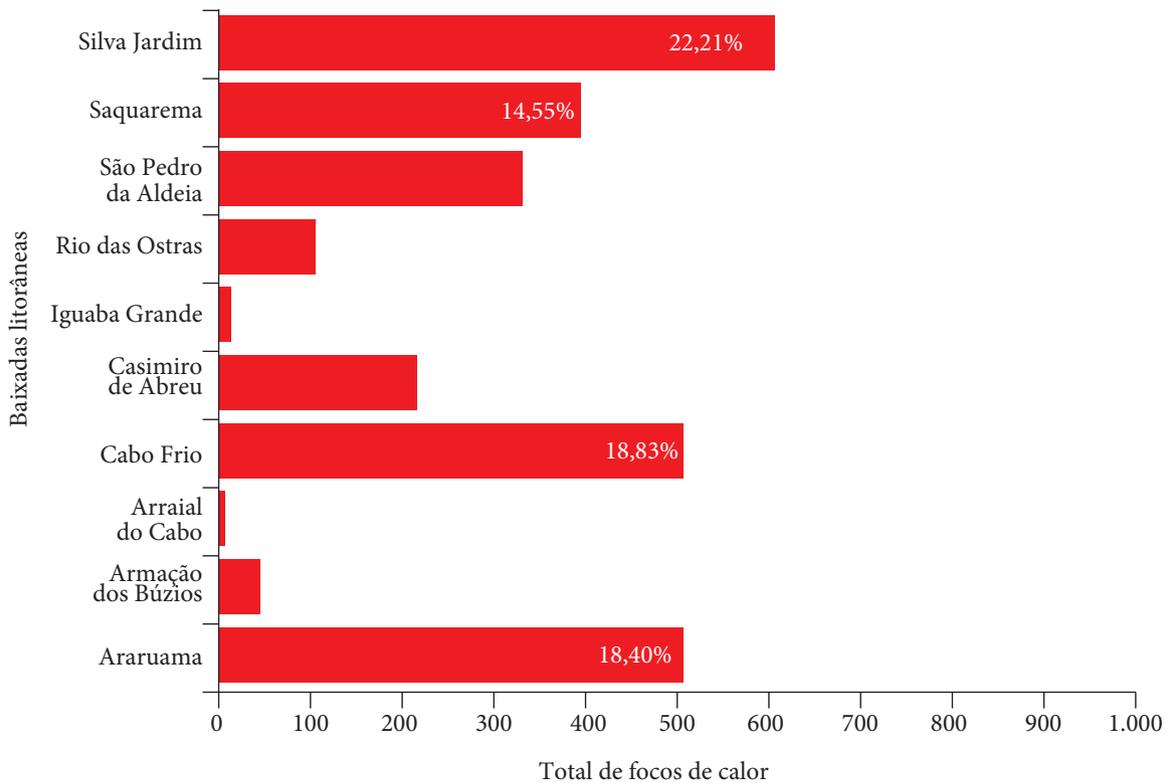


Figura 8. Distribuição dos focos de calor na região das Baixadas Litorâneas do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

des de turismo e lazer. Nessa região, devido à especulação imobiliária, existe o parcelamento do solo, que contribui para a degradação ambiental, seguido da ocupação irregular de APA (CEPERJ, 2017). A cidade de Silva Jardim apresentou o maior número de focos de calor em relação às demais. Segundo o SEBRAE (2017), essa cidade tem a menor renda domiciliar da região das Baixadas Litorâneas, com quase metade da população abaixo da linha da pobreza. A falta de educação ambiental influencia muito na maneira como a população se comporta diante da natureza. Esse é, portanto, um fator limitante para os resultados referentes à preservação ambiental. Nota-se uma redução dos focos de calor nessa região em comparação às demais do estado, visto que as Baixadas Litorâneas possuem os maiores totais pluviométricos (BRITO et al., 2017).

Segundo Gois et al. (2016), o uso do índice EVI2 (*Enhanced Vegetation Index 2*) na escala espacial nas regiões do Médio Paraíba e Serrana mostrou a ocorrência não significativa (NS) de mudança brusca da vegetação em novembro de 2007 e novembro de 2003, enquanto as regiões Norte Fluminense e Metropolitana mostraram crescimento NS na vegetação em outubro de 2003 e outubro de 2005. As regiões Noroeste Fluminense e Centro-Sul Fluminense revelaram uma mudança brusca de diminuição da vegetação NS e significativa (S) em abril de 2006. Nas regiões Costa Verde e Baixadas Litorâneas observaram-se mudanças bruscas S e NS de diminuição da vegetação em maio de 2004. Os cenários futuros baseados na cadeia de Markov (CM) constataram mudanças na tendência da vegetação no Rio de Janeiro, com indicação de diminuição (GOIS et al., 2016). Os prognósticos de mudanças com variação de um a dois anos em intervalos constantes (três a dez anos) foram observados em todos os cenários futuros analisados no estado.

A região Metropolitana abriga a maior parte das indústrias do estado. Estão concentrados nessa região o capital, a infraestrutura, grande parte dos setores financeiros, educacionais, de saúde, governamentais, entre outros (CEPERJ, 2017). Essa é a região mais populosa do estado, abrigando 74% dos indivíduos. Devido a isso, a região Metropolitana sofre com o esgotamento dos recursos naturais, a degradação ambiental, a poluição, o aumento de moradias, a expansão de favelas, entre outros problemas (CEPERJ, 2017). Uma vez que há grande concentração populacional em determinado local, o meio ambiente tende a sofrer pressão seja por meio da inserção de novas moradias e parcelamento do solo, seja por meio de poluição e supressão da vegetação. A cidade do Rio de Janeiro possui 39% da população estadual e a maior densidade demográfica do estado (SEBRAE, 2017), apresentando ainda o maior número de focos de calor na região (Figura 9). O mapa mais recente de uso do solo da cidade do Rio de Janeiro (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2017) mostra uma divisão entre áreas urbanizadas — 48,6% da área total — e não urbanizadas — 51,4% da área total. Com relação às categorias de uso e ocupação do solo, há diferenças entre as classes

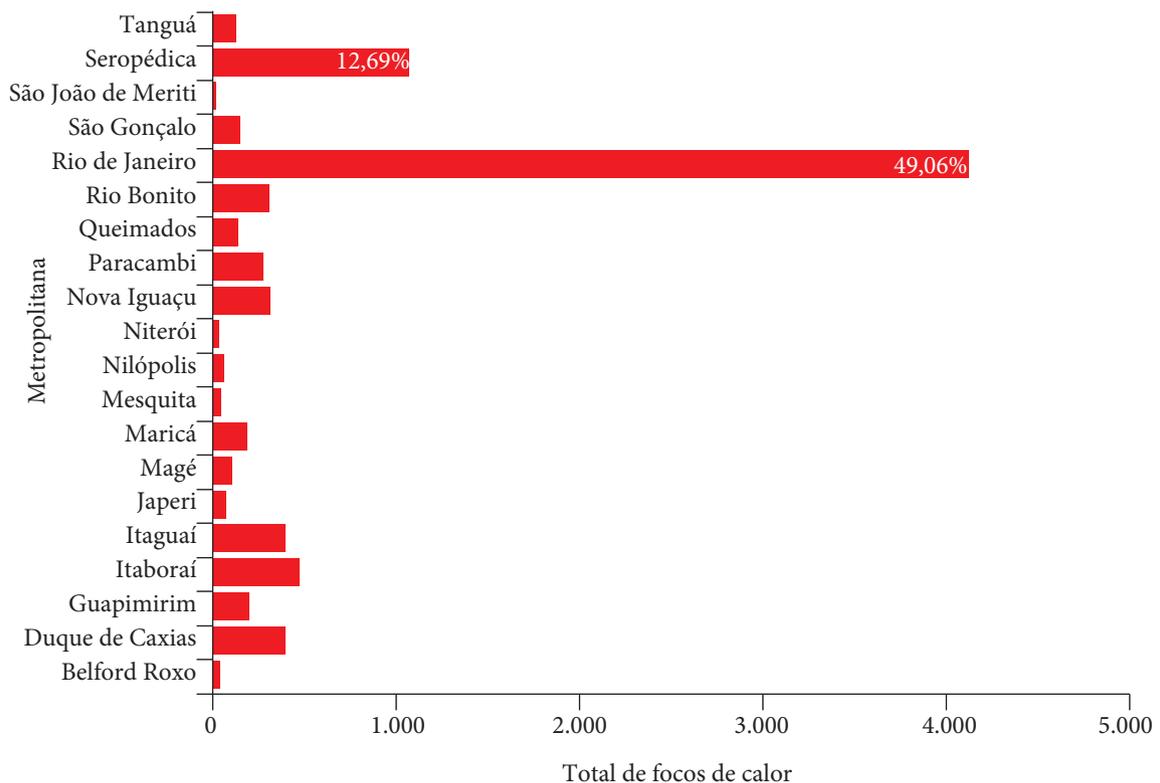


Figura 9. Distribuição dos focos de calor na região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

mata (31,4%) e campo (10,6%), seguidas das áreas urbanizadas e não urbanizadas, citadas anteriormente. No entanto, as áreas agrícolas ocupam cerca de 3% da área não urbanizada. As áreas urbanizadas compreendem espaços residenciais, não edificadas, favelas, espaços industriais, de exploração mineral, de educação, saúde e lazer, institucionais e de infraestrutura pública, comércio, serviços e transporte (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2017). A cidade de Seropédica (12,69%) apresentou a segunda maior quantidade de focos de calor na região, tendo seu território dividido em área de pastagem, extração mineral, vegetação nativa ou regeneração, reflorestamento, urbanização e corpos hídricos sedimentados (GASPARINI et al., 2013; SILVA et al., 2014). A área de pastagem abrange 43,4% do território da cidade (COSTA et al., 2013), que possui alto nível de fragmentação da paisagem devido à ocupação desordenada e à conversão das áreas naturais em pastagens próximas à rodovia (COSTA et al., 2013). Vale ressaltar que Seropédica possui alta variabilidade dos totais de chuva e altas temperaturas do ar (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2014).

A região do Médio Paraíba é a segunda mais industrializada do estado. Destacam-se as cidades de Volta Redonda (21,88%), Resende (15,73%) e Barra Mansa como as mais industrializadas da região. Volta Redonda e Barra Mansa abrigam a sede industrial da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), responsável pela atividade industrial na região. A cidade de Resende acomoda indústrias diversas e uma fábrica de ônibus e caminhões, além de Porto Real, Barra do Pirai e Valença (15,58%) também serem cidades industriais (Figura 10). Esse tipo de atividade na região gera consequências como poluição atmosférica e piora da qualidade do ar, contaminação do corpo hídrico e redução da qualidade de vida populacional. Além da indústria, a região do Médio Paraíba tem papel de destaque na agropecuária, sendo uma das maiores produtoras de leite no estado (CEPERJ, 2017). Todos os atributos mencionados interferem na quantidade de focos de calor na região, principalmente a indústria.

Costa Verde, diferentemente das demais regiões do estado, apresentou números de focos de calor bem menores. Por exemplo, as cidades de Paraty (48,22%) e Angra dos Reis (43,04%) não somaram 150 focos cada uma ao longo do período de estudo (Figura 11). Essa região é conhecida por suas belezas naturais e sua economia está apoiada no turismo. Paraty e Angra dos Reis possuíam a agricultura como atividade econômica, porém o crescimento econômico por meio da indústria de construção naval começou a fazer parte dessas cidades. Além da atividade naval, existe na região a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada às margens da rodovia BR-101, na cidade de Angra dos Reis, com duas usinas em funcionamento (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2010). Essa cidade sofre com ocupações irregulares em encostas e degradação ambiental (CEPERJ, 2017). Em Paraty, pelo fato de a Mata Atlântica

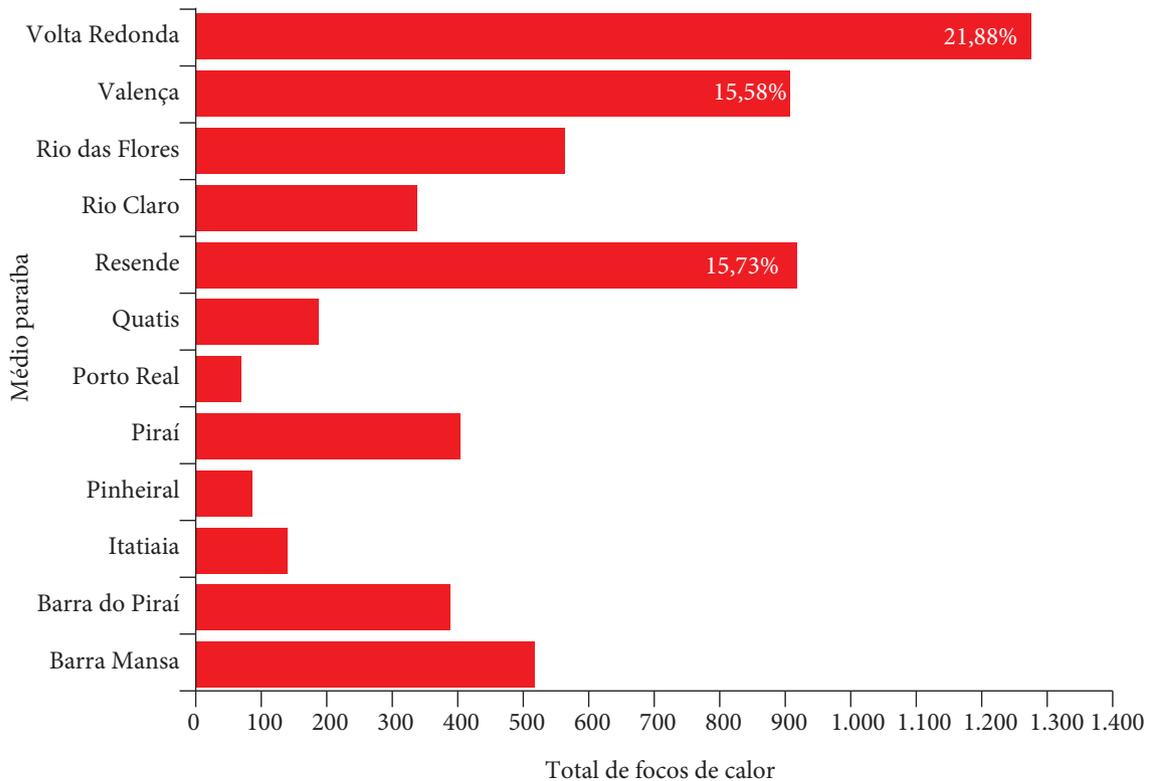


Figura 10. Distribuição dos focos de calor na região do Médio Paraíba do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

estar preservada, o setor de destaque é o turismo, assim como comércio e serviços. Em Mangaratiba, a situação turística é um pouco parecida com a das demais cidades, tendo apenas a diferença de abrigar um terminal de minérios. Apesar dos pontos positivos com relação ao baixo número de focos de calor, a região conta, infelizmente, com ocupações irregulares nas margens de rios e encostas (CEPERJ, 2017). A região da Costa Verde possui totais pluviométricos similares aos das Baixadas Litorâneas (BRITO et al., 2017).

3.3. Legislação e gestão ambiental referentes aos focos de calor no estado do Rio de Janeiro

O Brasil possui o maior registro de queimadas entre os países da América do Sul, sendo que no período de 2011 a 2016 registrou o maior número de queimadas entre os países latino-americanos (INPE, 2017a). A Mata Atlântica é o terceiro bioma com mais registros de incêndios e queimadas do Brasil (INPE, 2017b), e o estado do Rio de Janeiro apresentou números alarmantes de queimadas nos últimos anos. Um dos motivos para um crescimento tão assustador pode ser a influência de fatores climáticos, como episódios de El Niño e La Niña, que, por sua vez, alteram os sistemas produtores e inibidores de chuva no estado (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2014; BRITO et al., 2017), eventos severos de seca e estiagens prolongadas (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2017) e, por fim, falta de fiscalização do governo. O fogo é utilizado nas cidades em locais que servem de depósito de lixo (SILVA & SILVA, 2006) e no campo, para limpeza agropastoril (CAÚLA et al., 2015). A utilização do fogo é uma prática lesiva e passível de punição, porém a PNMA determinou em seu anexo (incluído no ano 2000 pela Lei nº 9.960) taxas a serem pagas ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para práticas e serviços estipulados, dentre os quais a utilização do fogo em queimadas controladas. Em queimada controlada com vistoria, os preços variam de acordo com o tamanho da área, e em queimadas sem vistoria não é cobrada taxa. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651, artigo 40) (BRASIL, 2012) propõe o estabelecimento da Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas, Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, tendo como responsável o Governo Federal, de modo a substituir o uso do fogo no meio rural, controlar as queimadas, prevenir e combater os incêndios florestais e o manejo do fogo em áreas protegidas. Para tal, Helou et al. (2012) dizem ser preciso que as políticas públicas derrubem os obstáculos que as impedem de ser eficientes no que diz respeito ao combate ao desmatamento e aos incêndios florestais.

A lei de proteção da Mata Atlântica prevê regras para que esse bioma seja mantido e preservado. O poder público é responsável pela preservação da Mata Atlântica e usará de estímulo financeiro para a proteção e o uso sustentável do bioma, de modo que os proprietários e posseiros cumpram as obrigações estabelecidas na legislação ambiental. O incentivo econômico se estende a áreas que apresentam importância e representatividade ambientais do ecossistema e da gleba, que contêm espécies ameaçadas de extinção, relevância de recursos hídricos, entre outros atributos (Lei nº 11.428/2006) (BRASIL, 2006). A Constituição Federal afirma ser necessária a conservação do meio ambiente para que haja qualidade de vida hoje e para as próximas gerações (BRASIL, 1988). Atualmente, vivemos em meio a uma crise ambiental complexa, e o governo detém o poder para impedir seu avanço. Embora existam várias leis que compõem a legislação ambiental, poucas abordam de forma clara e concisa o tema dos incêndios florestais. Dessa forma, é im-

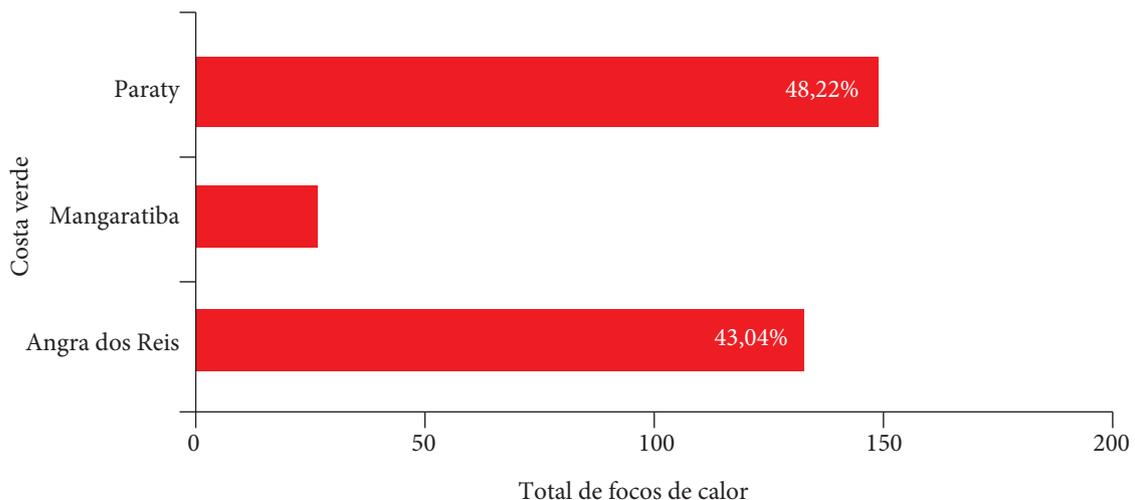


Figura 11. Distribuição do total dos focos de calor na região Costa Verde do estado do Rio de Janeiro no período de 1998–2015.

prescindível o conhecimento dessa crise (ANJOS, 2015), da dinâmica dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro e de sua concepção histórica.

Uma das causas de grande impacto negativo no bioma Mata Atlântica é a utilização do fogo de maneira descontrolada. E apesar de a legislação ambiental assegurar ser responsabilidade do Governo implementar políticas de diminuição de incêndios e queimadas (Lei nº 12.651/12), o bioma ainda sofre constantemente com esse problema, resultando na diminuição de sua área florestal. O período de maior probabilidade e risco começa nos meses de abril e junho e o de maior ocorrência, nos meses de agosto, setembro e outubro (INPE, 2017a). Com base no satélite de referência do INPE (2017b), o estado do Rio de Janeiro apresentou ao longo da série temporal de 1998 a 2016 um total de mais de 9 mil focos, com destaque para os anos de 2010, 2011, 2014 e 2016, coincidindo com os resultados deste estudo. Apesar desses dados preocupantes, o ato de causar danos à flora por meio de incêndios é considerado crime ambiental, previsto no artigo 41 da Lei Federal de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605), e prevê multa e prisão de dois a quatro anos quando o crime for doloso e de seis meses a um ano quando for culposo. A preservação da Mata Atlântica vai além de penas e multas previstas em lei; é necessário maior abordagem do tema e entrosamento ambiental, social e cultural para que o bioma do estado possa ser recuperado e preservado. Para isso, desde o ano de 2006 a Mata Atlântica conta com uma lei específica para a sua proteção e conservação, com o objetivo de garantir o desenvolvimento sustentável e a salvaguarda do bioma.

Para que o Rio de Janeiro esteja inserido num quadro de conservação ambiental, é importante que a gestão pública estadual adote medidas de monitoramento para o desenvolvimento do estado, conforme a Figura 12. É fundamental que o governo proporcione educação ambiental aos produtores e donos de propriedades em UCs e em seus entornos, por meio de cursos de capacitação e práticas de vivência; faça acompanhamento semanal das propriedades rurais por meio do monitoramento das imagens de satélites ambientais, a fim de evitar a supressão da vegetação e, se for o caso, identificar com mais rapidez qualquer alteração iniciada no bioma para garantir a integridade da vegetação e a preservação da fauna e da flora; e crie medidas mitigadoras para os incêndios, como cursos de combate a incêndios para cidadãos comuns e proprietários rurais, por meio de capacitação profissional em bases montadas em locais estratégicos para o controle ambiental.

4. RECOMENDAÇÕES/CONCLUSÕES

O estudo aponta a situação preocupante do Rio de Janeiro com relação ao desmatamento e ao uso e ocupação do solo, sendo possível perceber, em muitos casos, a relação direta com o uso descontrolado do fogo. Os resultados estatísticos mostraram que os meses de maior ocorrência de focos de calor no estado (agosto, setembro e outubro) são compatíveis com os de outros locais do Brasil, sendo confirmados por outros estudos. As regiões Norte Fluminense, Médio Paraíba e Metropolitana têm os maiores totais e percentuais de focos de calor no estado. A alta variabilidade dos focos nas regiões de governo do Rio de Janeiro se deve ao uso e à ocupação da terra, a práticas agropastoris e a atividades industriais. O período mais suscetível de ocorrência de incêndios e queimadas no estado abrange as estações mais secas do ano — outono e inverno —, sendo necessária uma ação preventiva conjunta do Governo do Estado com a população pondo em prática os artigos previstos na legislação ambiental. Da mesma forma, as três medidas sugeridas para a população do Rio de Janeiro são válidas e devem ser empregadas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CPTEC/INPE por disponibilizar de forma gratuita os dados de focos de calor via BDQueimadas; e ao IBGE por disponibilizar os dados socioambientais referentes ao estado do Rio de Janeiro.



Figura 12. Diagrama com as três medidas mitigadoras que devem ser aplicadas ao bioma Mata Atlântica para o estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIER, J. M. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2007.
- ANDRADE, M. P.; RIBEIRO, C. B. M.; LIMA, R. N. S. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. João Pessoa: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. p. 1964-1967.
- ANJOS, M. B. (Org.). **Educação ambiental e humanidade: a harmonia de um mosaico**. Rio de Janeiro: Agenda Dinâmica, 2015.
- BOLETIM CLIMANÁLISE. **Edição atual**. 2014. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em: 07 ago. 2017.
- BRASIL. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: Congresso Nacional, 1988. 32p.
- _____. Casa Civil. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 20 abr. 2016
- _____. Casa Civil. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em: 02 fev. 2016
- _____. Casa Civil. **Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000**. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L10165.htm>. Acesso em: 12 fev. 2016
- _____. Casa Civil. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm>. Acesso em: 02 abr. 2016
- _____. Congresso Nacional. Senado Federal. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 1981.
- _____. Congresso Nacional. Senado Federal. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2006.
- _____. Congresso Nacional. Senado Federal. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2012.
- BRITO, T. T.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; LYRA, G. B.; GOIS, G.; ZERI, M. Multivariate analysis applied to monthly rainfall over Rio de Janeiro state, Brazil. **Meteorology And Atmospheric Physics**, v. 129, p. 469-478, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00703-016-0481-x>
- CARDOSO, V. C.; SOUZA, S. A.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G. Focos de calor na região centro-oeste no período de 2006 até 2012. *In*: CONGRESSO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., 2013, Salvador. Salvador: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e Saneamento, 2013. p. 1-3.
- CAÚLA, R. H.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; DELGADO, R. C.; PIMENTEL, L. C. G.; TEODORO, P. E. Nonparametric statistics applied to fire foci obtained by meteorological satellites and their relationship to the MCD12Q1 product in the state of Rio de Janeiro, Southeast - Brazil. **Land Degradation & Development**, v. 28, n. 3, p. 1056-1067, 2017. <https://doi.org/10.1002/ldr.2574>
- CAÚLA, R. H.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; LYRA, G. B.; DELGADO, R. C.; HEILBRON FILHO, P. F. L. Overview of fire foci causes and locations in Brazil based on meteorological satellite data from 1998 to 2011. **Environmental Earth Sciences**, v. 74, n. 2, p. 1497-1508, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4142-z>
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 19 jul. 2017.
- CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CEPERJ. **Estado do Rio de Janeiro: Regiões de Governo**. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/divis_regional.html>. Acesso em: 5 jun. 2017.

- COMITÊ PIABANHA. **Plano regional de saneamento com base municipalizada nas modalidades água, esgoto e drenagem urbana dos municípios de:** Areal, Carmo, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro e Teresópolis. 2014. Disponível em: <<http://www.comitepiabanha.org.br/estudos-projetos.php>>. Acesso em: 26 jul. 2017.
- COSTA, O. B.; SILVA, C. V. J.; SOUZA, A. H. N. Uso do solo e fragmentação da paisagem no município de Seropédica – RJ. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013. p. 6340-6343.
- COURA, P. H. F.; SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. C.; AVELAR, A. S. O uso de variáveis geomorfológicas no estudo da suscetibilidade à ocorrência de incêndios no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 2, p. 209-221, 2010.
- CUSTÓDIO, M. M. *In: GRUPO DE ESTUDOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS*, 2006. **Conferência...** Valladolid. Universidade de Valladolid. 2p.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Cia. das Letras, 2004.
- DUARTE, R. H. “Turn to pollute”: poluição atmosférica e modelo de desenvolvimento no “milagre” brasileiro (1967-1973). **Revista Tempo**, v. 21, n. 37, p. 64-87, 2015. DOI: 10.1590/TEM-1980-542X2015v213710
- FERNANDES, M. C.; COURA, P. H. F.; SOUSA, G. M.; AVELAR, A. S. Avaliação Geocológica de Susceptibilidade à Ocorrência de Incêndios no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 299-309, 2011. DOI: 10.4322/loram.2011.050
- FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA. Fundação divulga mapeamento inédito da Mata Atlântica do Rio. 2015. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/102355/levantamento-inedito-mata-atlantica-rio/>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2015-2016. **Relatório final**. São Paulo, 2017. 69p.
- GASPARINI, K. A. C.; LYRA, G. B.; FRANCELINO, M. R.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; FACCO, A. G. Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos do Uso da Terra em Seropédica-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 296-306, 2013. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2013.030>
- GOIS, G.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; SOUZA, T. C. O.; TEODORO, P. E. EVI2 Index Trend Applied to the Vegetation of The State of Rio de Janeiro Based on Non-Parametric Tests and Markov Chain. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 4, p. 1049-1058, 2016. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v32n4a2016-33713>
- HELOU, A. R. H. A.; HELOU FILHO, E. A.; OTANI, N.; SELIG, P. M. Indicadores de Sustentabilidade na Gestão Ambiental Considerando um Projeto de Código Florestal. **Sustainable Business International Journal**, n. 22, p. 1-23, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sala de imprensa**. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3220&busca=1&t=ibge-mapeia-cobertura-uso-terra-estado-rio-janeiro>>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Monitoramento dos focos ativos por estados. Disponível em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas/>>. Acesso em: 01 jun. 2017a.
- _____. **Relatório diário automático**. Disponível em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/cadastro.novo/relatorios/relatorio-diario-automatico>>. Acesso em: 05 jun. 2017b.
- JUSTINO, F. B.; SOUZA, S. S.; SETZER, A. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA*, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu. p. 2086-2087.
- NIMER, E. Climatologia da região Sudeste do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 1, p. 3-48, 1972.
- OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; DELGADO, R. C.; GOIS, G.; LANNES, A.; DIAS, F. O.; SOUZA, J. C. S.; SOUZA, M. Análise da Precipitação e sua Relação com Sistemas Meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 140-149, 2014. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2014.030>
- OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; PIMENTEL, L. C. G.; LANDAU, L. Critérios de Estabilidade Atmosférica para a Região da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, Angra dos Reis-RJ. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 270-285, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862010000200011>

- OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; SOUSA, G. M.; NUNES, M. T. O.; FERNANDES, M. C.; TOMZHINSKI, G. W. Relationship between SPI and ROI in Itatiaia National Park. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e20160031, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.003116>
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO. **El estado de los bosques del mundo**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2017.
- PEREIRA, A. A.; BARROS, D. A.; PEREIRA, J. A. A.; ACERBI JUNIOR, F. W.; MORELLI, F.; SCOLFORO, J. R. S. Frequência Espaço-Temporal dos focos de calor ativos em Minas Gerais durante o período de 1999 a 2009. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 460-461, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201420031518>
- PEREIRA, J. A. R. **Monitoramento dos incêndios florestais e queimadas no Brasil**. 2. ed. Curitiba: Floresta, 2004. 255p.
- PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. Detecção de Focos de Calor no Estado da Paraíba: um estudo sobre as queimadas. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 5-16, 2016. <http://dx.doi.org/10.18227/1678-7226rga.v10i1.3173>
- PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Mapa de uso do solo**. Disponível em: <<http://pcrj.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5529d644feff4d92a30bd38565f6c460>>. Acesso em: 25 jul. 2017.
- SCARANO, F. R.; SANTOS, I. de L.; MARTINS, A. C. I.; SILVA, J. M. C.; GUIMARÃES, A. L.; MITTERMEIR, R. A. (Orgs.). **Biomass Brasileiros: Retratos de um país plural**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012.
- SILVA, R. D. B.; DELGADO, R. C.; LYRA, G. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, R. A.; CARDOZO, A. C.; BRASILEIRO, F. G. Dinâmica espacial e temporal do uso da terra no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 8, n. 2, p. 38-49, 2014. <http://dx.doi.org/10.18227/1678-7226rga.v8i1.2982>
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. Observatório: painéis regionais. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/rj/institucional/observatorio-paineis-regionais,02a15c50047f3510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 24 jul. 2017.
- SILVA, A. S. & SILVA, M. C. Prática de queimadas e as Implicações Sociais e Ambientais na Cidade de Araguaína – TO. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 18, p. 8-16, 2006.
- SILVA DE SOUZA, L.; LANDAU, L.; MORAES, N. O.; PIMENTEL, L. C. G. Air quality photochemical study over Amazonia Area, Brazil. **International Journal of Environment and Pollution**, v. 48, n. 1-2, p. 194-202, 2012. <https://doi.org/10.1504/IJEP.2012.049666>
- SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. P. Caracterização Climatológicas e Tendências observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 37, n. 2, p. 123-138, 2014.
- SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; FERARO JUNIOR, L. A. Educação Ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 285-299, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022005000200010>