

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

Isabella Caixeta Lima

**Monitoramento dos focos de queimadas nos biomas Amazônia e Cerrado
nas estações seca e chuvosa de 2017**

**Uberlândia – MG
2018**

ISABELLA CAIXETA LIMA

**Monitoramento dos focos de queimadas nos biomas Amazônia e Cerrado
nas estações seca e chuvosa de 2017**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Samara Carbone

Uberlândia-MG

2018

RESUMO

Há décadas, o território brasileiro tem sido cenário de desmatamento proveniente de queimadas, principalmente, nos biomas Amazônia e Cerrado devido a fatores como a expansão da fronteira agrícola, a práticas de manejo e uso do solo e até mesmo de fenômenos naturais, como ocorrência de raios. Os episódios de queimadas no Cerrado acontecem há milhares de anos, com certa periodicidade, e isso fez com que sua fauna e flora tornassem resistentes. É comum os incêndios nessa região se intensificarem durante a estação seca, em virtude da escassez de chuva. O mesmo não acontece com o bioma Amazônia, as queimadas podem causar danos irreparáveis a sua fauna e flora. As queimadas nessa região são, na maioria das vezes, causadas por ação antropogênica. Este trabalho teve como objetivo principal quantificar o número de focos de queimadas nos dois biomas nas estações chuvosa e seca. Para determinação das duas estações foram coletados dados de precipitação mensal acumulada de 11 estações convencionais de monitoramento meteorológico para cada bioma e, a partir das médias mensais, considerou-se como estação chuvosa os quatro meses consecutivos com maiores precipitações e como seca os quatro meses consecutivos com menores precipitações. Os dados de focos de queimadas foram coletados do satélite de referência AQUA da NASA e eles foram quantificados em cada estado que abrange os biomas. Para comparação do número de focos de queimadas entre os biomas Amazônia e Cerrado, foi feita uma normalização de dados pela extensão territorial. Os resultados desse trabalho mostraram que no número de focos de queimadas na estação seca são maiores comparados a estação chuvosa em ambos os biomas. Na Amazônia os estados que apresentaram o maior número de focos foi o Mato Grosso e Pará e no Cerrado foram o Maranhão e Tocantins, provavelmente devido às práticas de manejo e uso do solo nos quatro estados.

Palavras-chave: *biomas, Amazônia, Cerrado, focos de queimadas.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS	7
2.1. OBJETIVO GERAL	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3. REFERENCIAL TEÓRICO	8
3.1. BIOMA CERRADO	8
3.1.1. Ocupação e uso do solo no Cerrado.....	9
3.1.2. Queimadas no Cerrado.....	10
3.2. BIOMA AMAZÔNIA.....	11
3.2.1. Ocupação e uso do solo na Amazônia.....	12
3.2.2. Queimadas na Amazônia	13
3.3. SATÉLITE AQUA.....	14
4. METODOLOGIA	15
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	15
4.2. PRECIPITAÇÃO	15
4.3. QUANTIFICAÇÃO DOS FOCOS DE QUEIMADAS	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31
Anexos	34

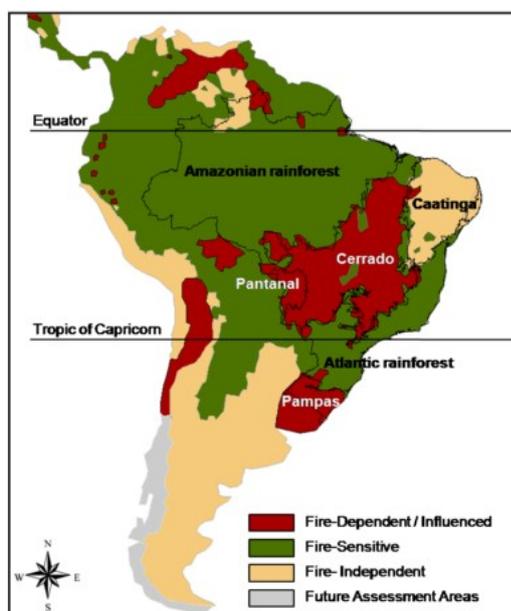
1. INTRODUÇÃO

O território brasileiro detém a segunda maior cobertura vegetal do mundo, ficando atrás apenas da Rússia. Entretanto, o país já perdeu cerca de 38% de sua vegetação nativa por causa do desmatamento, ocasionado, principalmente, pelas queimadas e isso tem dado destaque ao Brasil perante aos outros países (IBGE, 2005).

A expansão da fronteira agrícola, atividades humanas de manejo do solo e pastagem aumentaram a ocorrência de queimadas, principalmente, nos biomas do Cerrado e Amazônia. A prática do fogo causa impactos irreparáveis, como a perda de biodiversidade, erosão do solo, destruição de habitats, emissão de gases-traço e entre outros.

A maior parte dos biomas brasileiros são susceptíveis a incêndios, em maior ou menor intensidade (PIVELLO, 2011). Hardesty et al. (2005), classificou os biomas do mundo em dependentes/influenciados pelo fogo, sensível ao fogo e independentes do fogo, como mostra a Figura 1. O cerrado encontra-se nos biomas classificados como dependentes/influenciados pelo fogo devido à periodicidade de ocorrência desses eventos e a resiliência de sua fauna e flora. Já a Amazônia é classificada como um bioma sensível ao fogo, uma vez que a ocorrência de incêndios causa perdas irreparáveis de espécies.

Figura 1. Biomas do Brasil dependentes/influenciados pelo fogo, sensível ao fogo, independentes do fogo



Fonte: Pivello, 2011 adaptado de Hardesty et al, 2005.

Diante desse cenário preocupante que o país vem enfrentando devido às queimadas e suas consequências na manutenção da biodiversidade, na perda de território, na ciclagem de nutrientes e os feitos que a emissão de gases-traço causam na saúde humana e no clima, o monitoramento dos focos de queimadas é de extrema importância para a conservação do Cerrado e da Amazônia, uma vez que esses são os biomas mais afetados.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo principal quantificar o número de focos de queimadas nos biomas Amazônia e Cerrado em duas estações distintas, uma chuvosa e outra seca, durante o ano de 2017.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estipular, a partir dos dados de precipitação, quais meses serão considerados na estação seca e chuvosa;
- Verificar a quantidade de focos de queimadas em cada estação: seca e chuvosa;
- Fazer uma comparação do número de focos de queimadas nos biomas Amazônia e Cerrado.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. BIOMA CERRADO

O bioma Cerrado, com cerca de 2,036 milhões de quilômetros quadrados, é o segundo maior complexo vegetal do Brasil, ocupando aproximadamente 22% do seu território. Sua área abrange integralmente o Distrito Federal, grande parte dos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins, Piauí e Mato Grosso, além de pequenas porções em outros seis estados (IBGE, 2004). Em seu território são encontradas as nascentes de três grandes bacias hidrográficas da América Latina: Amazônica, São Francisco e Prata, além disso, seu elevado potencial hídrico favoreceu à sua vasta biodiversidade (MMA, 2002).

O Cerrado é constituído por grupos de formas de vegetação que variam de acordo com sua densidade de biomassa, sendo elas cerradão, cerrado, campo sujo e campo limpo (FERRI, 1977). O cerradão é um tipo de vegetação intermediária entre cerrado e floresta; e seus estratos de vegetação são formações arbórea, arbustiva mais densa e herbácea muito reduzida. No cerrado a vegetação é caracterizada por árvores de pequeno porte com troncos e galhos retorcidos, casca grossa e folhas coriáceas. No campo sujo há predominância de espécies arbustivas baixas e espaçadas, já no campo limpo há a ausência de árvores e arbustos (HOEFLICH, et al., 1977). A vegetação do bioma desenvolveu algumas estratégias para se adaptarem ao período de seca, sendo elas, raízes profundas, germinação de sementes da época chuvosa e maior crescimento radicular nas primeiras fases de desenvolvimento (SANO; ALMEIDA, 1998).

Segundo Eiten (1990), Köppen classificou o clima da região do cerrado como Aw (tropical), com precipitações variando de 750 a 2000 mm, mas, na maior parte da sua região, as chuvas variam de 1100 a 1600 mm por ano. No entanto, as precipitações se concentram em determinadas épocas do ano, o que torna o clima do bioma predominantemente sazonal, marcado por uma estação úmida e outra estação seca prolongada (PIVELLO, 2011). As temperaturas no verão variam entre 24 a 28°C, dependendo da região, e no inverno variam entre 6 a 12°C (NIEMER; BRANDÃO, 1989).

Os Latossolos ocorrem em 56% da região do cerrado, 20% em Areias Quartzosas Vermelho-Amarelas, 10% em Lateritas Hidromórficas, 8% sobre Litossolos e 4% se encontram sobre solo Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico (HOEFLICH, et al., 1977). Esses solos são considerados de baixa fertilidade, devido à sua baixa Capacidade de Troca Catiônica (CTC) que gera uma pequena fração mineral de argila, devido à matéria orgânica praticamente inerte (HOEFLICH, et al. 1977). Além disso, os solos das diferentes

fitofisionomias do cerrado são ácidos, em consequência da sua deficiência hídrica (REATTO, et al., 1998). Entretanto, os Latossolos tem alta capacidade de fixação de fósforo, o que possibilitou sua exploração econômica (HOEFLICH, et al., 1977).

3.1.1. Ocupação e uso do solo no Cerrado

Registros da pré-história demonstraram grande movimentação na região do cerrado há 12000 anos antes do presente. Esses primeiros indícios de colonização deu-se preferencialmente em áreas abertas, o que favoreceu a sobrevivência e o planejamento ambiental e social dessas populações (BARBOSA; SCHMIZ, 1998).

Mesmo com a chegada dos portugueses no Brasil, a região central do cerrado era pouco explorada, foi somente no século XVIII com a descoberta de ouro que essa área começou a ser povoada (ARAGÃO, 1990). Nessa época, que surgiram as primeiras fazendas, caracterizadas pela cultura de subsistência e criação de bovinos (ARAGÃO, 1990).

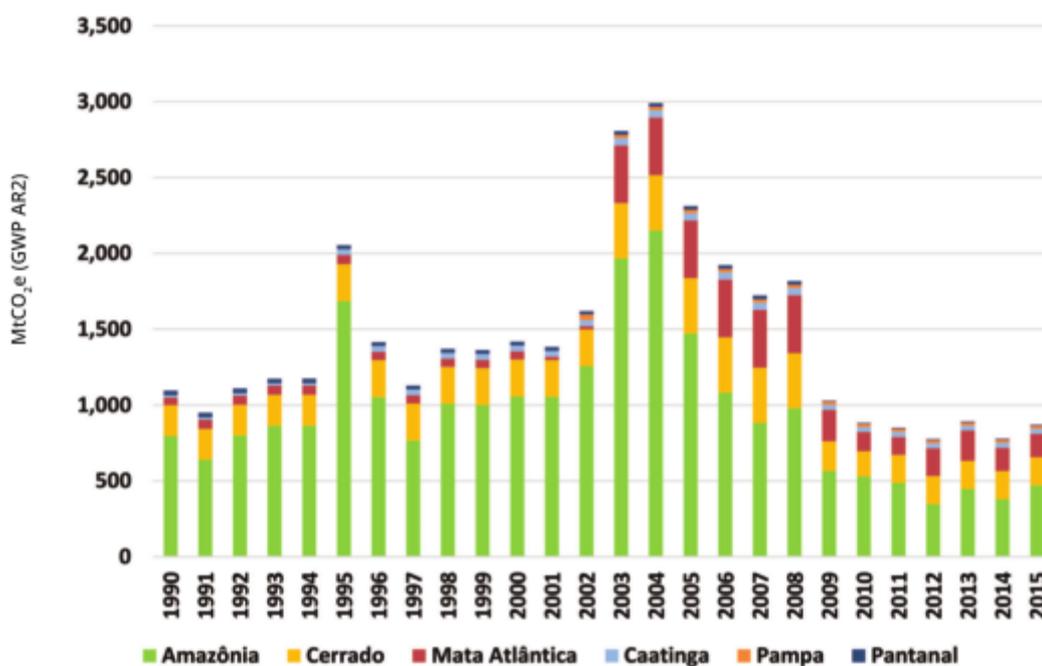
A partir da década de 70, o espaço rural brasileiro sofreu intensa modificação, em decorrência da modernização da agricultura e a produção de *commodities* para exportação, principalmente, de milho, soja e sorgo, além da intensificação da pecuária. Nessa mesma época, houve muitos projetos governamentais com o intuito de integrar a região da Amazônia à região Centro-Oeste e Centro-Sul do país, por meio de rodovias, além disso, foi construída a cidade de Brasília. Tudo isso, repercutiu na expansão da agricultura pelo país e intensa ocupação do cerrado (GANEM; DRUMMOND, 2008; VIEIRA; MARTINS; FERREIRA, 1970). Com a criação do Plano de Desenvolvimento do Cerrado (POLOCENTRO - 1975/1990), houve um estímulo para a expansão da fronteira agrícola, o que aumentou o interesse de outros países na região (VIEIRA; MARTINS; FERREIRA, 1970).

Dentre os impactos que a agricultura e a pecuária causaram e ainda causam no cerrado, pode-se citar a perda da fauna e da flora, assoreamento de rios, intensificação de processos erosivos, perda de nutrientes e empobrecimento do solo e retirada da vegetação natural. Esta última está diretamente relacionada a prática de queimadas, visto que para expansão da fronteira agrícola, muitas áreas são incendiadas para o cultivo de culturas e rebrota do pasto.

O relatório do Observatório do Clima sobre as estimativas de emissões do Setor de Mudança de Uso da Terra (MUT) demonstrou que, no período de 1990 a 2015, os biomas Amazônia e Cerrado concentraram 54% das emissões brutas de dióxido de carbono (CO²) no Brasil, como pode ser analisado na Figura 2. No ano de 2015, o Cerrado atingiu 21% do total de 93% de emissão do setor de MUT nos três biomas (Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica).

Esses valores estão diretamente relacionados ao desmatamento da cobertura vegetal da região, que muitas vezes acontece devido a incêndios (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2017).

Figura 2. Emissões brutas de dióxido de carbono (tCO₂e) por bioma do setor de Mudança de Uso da Terra para o período 1990-2015



Fonte: Observatório do Clima, 2017.

3.1.2. Queimadas no Cerrado

Os incêndios no Cerrado brasileiro vêm ocorrendo há milhares de anos, e eles podem acontecer acidentalmente por eventos naturais como raios, mas também intencionalmente, sobretudo pela ocupação humana (FRANÇA, 1999; RAMOS-NETO; PIVELLO, 2000). Os frequentes episódios de fogo no bioma fez com que sua fauna e flora se adaptassem e fossem selecionadas (RAMOS-NETO; PIVELLO, 2000).

As queimadas naturais são ocasionadas, principalmente, no início da estação chuvosa caracterizada por tempestades com raios e a vegetação herbácea que fica muito seca na estação seca, torna-se um material inflamável (RAMOS-NETO; PIVELLO, 2000). Um estudo feito por Ramos-Neto e Pivello (2000) no Parque Nacional do Emas, em Goiás, mostrou que 30 dos 31 focos de queimadas nos meses chuvosos foram causados por raios. Estas queimadas são, portanto, de origem natural. As queimadas que ocorrem durante a estação seca são ocasionadas devido às atividades de manejo do solo e pastagem, onde os pecuaristas queimam o pasto para que aconteça sua rebrota (PIVELLO, 2011). Além disso, a mudança da

agricultura de subsistência para a de mercado intensificaram a queima no bioma (FRANÇA, 1999). Estas queimadas são, portanto, de origem antropogênica.

Segundo Ferri (1977), queimadas ocasionais, ao contrário das sistemáticas, não são prejudiciais à vegetação do cerrado, mas sim favoráveis, uma vez que as cinzas depositadas no solo funcionam como adubo para as plantas, além de proporcionar à adaptação daquelas que sobreviveram. O fogo induz a floração e aumenta a produção de frutos e sementes em algumas espécies herbáceas. Em espécies lenhosas, o aumento da temperatura estimula a deiscência da fruta e a libertação da semente (PIVELLO, 2011).

3.2. BIOMA AMAZÔNIA

O Bioma Amazônia abrange cerca de 6,4 milhões de quilômetro quadrados (LENTINI et al., 2005). Ele ocupa 49,29% do território brasileiro, uma área de aproximadamente 4,2 milhões de quilômetros quadrados, sendo considerado o primeiro maior complexo vegetal do Brasil, e abrange integralmente os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Rondônia, e parte dos estados de Mato Grosso, Tocantins, Maranhão (IBGE, 2004). Além de estar presente no Brasil, esse bioma, estende-se em partes do território do Peru, Colômbia, Bolívia, Venezuela, Guiana, Suriname, Equador e Guiana Francesa (LENTINI et al., 2005).

Segundo a classificação climática de Köppen, o bioma Amazônia possui três tipos de classificação, Af, Aw e Am, que são características de climas quentes e úmidos (FALESI, 1986). Como o bioma está localizado próximo à linha do Equador, a incidência de radiação solar em sua superfície é muito grande, o que reflete na temperatura que varia de 1 a 2 °C, sendo seus valores médios entre 24 a 27°C (FISCH, 1990). Sua precipitação média é de 2500 mm/ano, tendo algumas regiões como a fronteira entre Brasil e Colômbia e Venezuela em que a precipitação média chega a 3500mm/ano (MARENGO, 1995). Um dos fatores que influenciam essa elevada precipitação é a alta taxa de evapotranspiração da floresta tropical.

Segundo Braga (1979), os tipos de vegetação que ocorrem na Amazônia são Floresta de terra firme, Floresta de várzea, Floresta de igapó, Manguezais, Campos de várzea, Campos de terra firme, Campinas, Vegetação serrana e Vegetação de restinga. A Floresta de terra firme ocupa cerca de 90% do bioma e é caracterizada por uma grande diversidade de espécies vegetal, podendo encontrar árvores de grande porte e densas, árvores de pequeno e médio porte, e presença de cipós. A Floresta de várzea é predominantemente encontrada em planícies de alagação e possui árvores de menor porte, em relação ao tipo de vegetação anterior, e biomassa mediana. A Floresta de igapó é encontrada em áreas com alagação

permanente e sua vegetação é caracterizada por espécies com raízes expostas, raízes suportes e raízes respiratórias, pouca diversidade e pobre biomassa. Os Manguezais estão presentes em regiões de estuários e sua vegetação é predominantemente uniforme e com uma biomassa muito pequena. Os Campos de várzea estão presentes em regiões que sofreram alagamentos e sua vegetação é constituída por gramíneas. Os Campos de terra firme há ocorrência de plantas lenhosas, rasteiras e capins, muito semelhantes ao Campo Cerrado. As Campinas são encontradas juntamente com a vegetação de terra firme, ela é caracterizada por baixa biomassa e vegetação raquítica. A Vegetação serrana tem grande variação vegetal e é encontrada próxima à fronteira do Brasil com a Venezuela e com a Guiana. A Vegetação de restinga é encontrada em praias costeiras e há predominância de árvores de pequeno porte e arbustos.

O relevo do bioma é muito variado, ocorrendo região com superfície ondulada com planícies e baixos planaltos, áreas com planície de inundação e montanhas como o Monte Roraima (FALESI, 1986). O tipo de solo predominante é o distrófico de baixa fertilidade e baixa capacidade de troca catiônica (CTC), ocupando uma área de 92,11%, composto por Latossolos, solos Podzólicos, Areias Quartzosas, Plintossolos e Cambissolos. Nas áreas de Várzea (3,81%) há a presença de solos do tipo Glei Húmido e, em 2,81% do território encontra-se Cambissolos Eutróficos e Podzólicos Vermelho-Amarelo (FALESI, 1986).

3.2.1. Ocupação e uso do solo na Amazônia

Em 1953, foi criado o conceito de Amazônia Legal pelo governo federal brasileiro com o intuito de planejar o desenvolvimento econômico da região através de benefícios fiscais. Seu território estende-se por 5 milhões de quilômetros quadrados, ocupando cerca de 59% do território brasileiro (IPEA, 2008).

A ocupação na Amazônia foi mais efetiva na década de 70 e 80 em que o governo federal brasileiro deu incentivos fiscais aos grandes e pequenos produtores, o que aumentou a atividade agrícola e a pecuária, principalmente, no sul da Amazônia Legal e no estado do Mato Grosso (FEARNSIDE, 2005). No entanto, o extrativismo vegetal da borracha e da madeira foram as atividades que preponderaram na economia da região Amazônica.

A exploração madeireira era a principal fonte de renda da região, entretanto, era também a atividade que mais causava o desmatamento de florestas. Nesse contexto, o Estado a fim de diminuir esse desmatamento instituiu a Lei nº 11284/2006 que dispõe da gestão de florestas públicas para a produção sustentável (AZEVEDO; TOCANTINS, 2006). Dessa

maneira, a exploração legal madeireira só é permitida mediante a um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) (LENTINI et al., 2005).

3.2.2. Queimadas na Amazônia

Como já foi visto em um estudo feito por Hardesty et al(2005), o bioma Amazônia foi classificado como um bioma sensível ao fogo. São raros episódios de queimadas naturais, uma vez que sua floresta tropical, devido à alta umidade, não deixa com que o fogo se alastre (PIVELLO, 2011). Isso fez com que sua fauna e flora não se tornassem aptas a esses episódios.

Práticas de fogo por ação antrópica são mais comuns no bioma, entretanto, em estudos feitos por Aragão et al. (2008) e Cochrane e Laurance (2008) mostraram que há uma sazonalidade e um sinergismo entre o clima, o desmatamento e os incêndios. Segundo eles, a ocorrência de queimadas são mais frequentes durante a estação seca, nos meses de junho a agosto, e ela pode ser intensificada com o desmatamento, no qual os agricultores disparam fogo ao material seco que fica no solo proveniente de atividades madeireiras.

Ferreira, Venticinque e Almeida(2005), em seu estudo mostraram que há uma distribuição espacial das queimadas, e elas se concentram no “arco do desmatamento” devido a atividades de extração madeireira, pecuária e agroindústria. Os autores identificaram, também, que as grandes áreas desmatadas estavam localizadas próximas a estradas.

Apesar do clima do bioma Amazônia ser caracterizado pela alta umidade e chuvas distribuídas durante todo o ano, eventos como a ocorrência do El Niño podem causar variações climáticas. O El Niño é um fenômeno natural em que há um aquecimento anormal das águas do oceano Pacífico e pode alterar o clima local, regional e global (MARENGO, 1995). Um dos efeitos desse fenômeno na região norte brasileira é a diminuição das chuvas e ocorrência de seca, o que aumenta os riscos de incêndio.

Em estudos feitos por Marengo (1995) e Ronchail et al.(2002) mostraram que eventos como o El Niño Oscilação Sul (Enso) estão diretamente relacionados com anomalias pluviométricas na Amazônia e, conseqüentemente, com o aumento do número de focos de queimadas.

3.3. SATÉLITE AQUA

No Brasil os focos de queimadas são monitorados diariamente pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), através de diversos satélites, sendo eles o AQUA, TERRA, GOES, NOAA, MSG, METOP e NPP (INPE, 2017). Os dados desses satélites permitem, além de quantificar os focos de queimadas, localizá-los geograficamente (FRANÇA, 1994).

O satélite Aqua foi lançado em maio de 2002 pelo programa *Earth Observing System* (EOS) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) com o intuito de fazer o monitoramento da cobertura vegetal e do uso da terra. Está a bordo deste satélite o sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) que consegue captar uma ampla cobertura espacial e espectral, e mantém uma continuidade na tomada de medida de regiões espectrais mais finas (ROSENDO; ROSA, 2005).

Hall et al.(2016), em seu estudo do monitoramento de queimada em terras agrícolas na Rússia, observou que os satélites com o sensor MODIS (satélites Aqua e Terra) como instrumento de resoluções grosseiras ($\geq 500\text{m}$) não são bons para o mapeamento de incêndios pequenos de curta duração. Outra dificuldade encontrada a partir das imagens de satélite foi na diferenciação de áreas queimadas com áreas aradas.

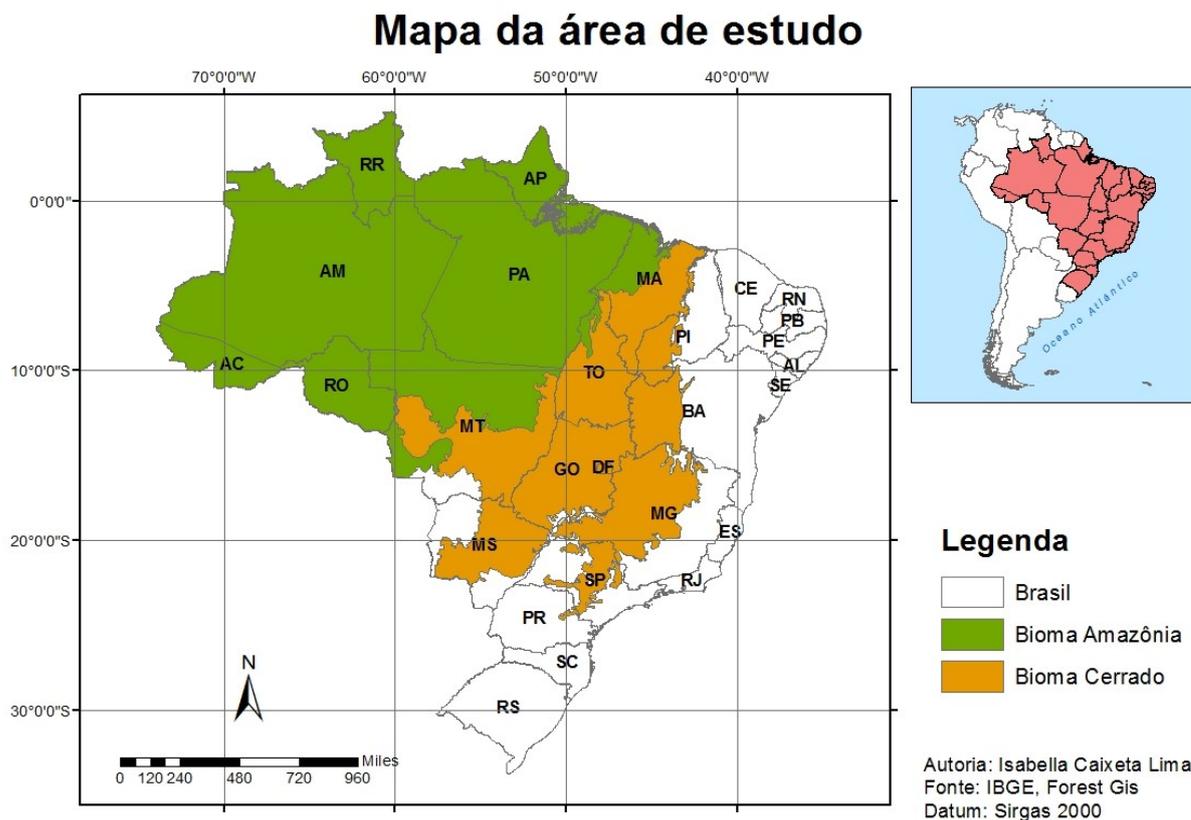
Em um estudo feito por Pantoja et al.(2005) do monitoramento das queimadas no leste do estado do Acre por vários satélites, identificou 0% de erros de inclusão nos 18 focos de calor registrados, ou seja, todos os focos registrados aconteceram na realidade. Entretanto, nas queimadas observadas durante sobrevoos, houve 100% de erros de omissão dos sensores MODIS, ou seja, não foram registrados queimadas que aconteceram.

4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

As áreas de estudo são o bioma Cerrado e o bioma Amazônia, como um todo. A Figura 3 ilustra a abrangência desses dois biomas no território brasileiro.

Figura 3.Localização das estações de monitoramento nos Biomas Amazônia e Cerrado.



4.2. PRECIPITAÇÃO

Os dados mensais de precipitação foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de estações meteorológicas de observação de superfície convencional espalhadas pelos dois biomas. A Tabela 1 e 2 apresentam as coordenadas geográficas das estações de monitoramento dos biomas Amazônia e Cerrado, respectivamente, e a Figura 4 suas localizações.

Para estimar a precipitação mensal de cada bioma no ano de 2017, fez-se a média das precipitações totais acumuladas de cada mês (de janeiro a dezembro) de todas as estações de monitoramento. O método para determinar as estações seca e chuvosa de cada bioma foi adaptado de SATYAMURTY et al., 2010. A partir das médias mensais de precipitação

acumulada, considerou-se como estação chuvosa os quatro meses consecutivos de maiores chuvas e, como estação seca, os quatro meses consecutivos de menores precipitações.

Tabela 1. Estações de monitoramento situadas no Bioma Amazônia escolhidas para análise da precipitação.

Bioma Amazônia			
Estação de Monitoramento	Município/Estado	Latitude	Longitude
1	Altamira/PA	-3,21	-52,21
2	Barcelos/AM	-0,96	-62,91
3	Belém/PA	-1,43	-48,43
4	Benjamin Constant/AM	-4,38	-70,03
5	Breves/PA	-1,68	-50,48
6	Boa Vista/RR	2,82	-60,66
7	Macapá/AP	-0,05	-51,11
8	Manaus/AM	-3,1	-60,01
9	Matupa/MT	-10,25	-54,91
10	Rio Branco/AC	-9,96	-67,8
11	Óbidos/PA	-1,91	-55,51

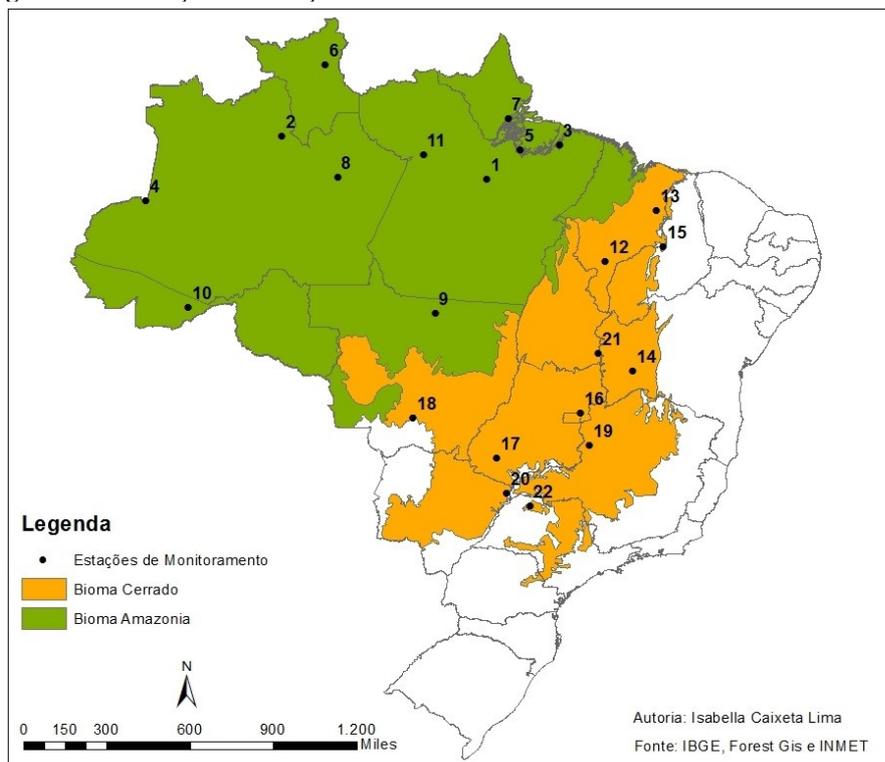
Fonte: INMET, 2018.

Tabela 2. Estações de monitoramento situadas no Bioma Cerrado escolhidas para análise da precipitação.

Bioma Cerrado			
Estação de Monitoramento	Município/Estado	Latitude	Longitude
12	Balsas/MA	-7,53	-46,03
13	Caxias/MA	-4,86	-43,35
14	Correntina/BA	-13,33	-44,61
15	Floriano/PI	-6,76	-43,01
16	Formosa/GO	-15,54	-47,33
17	Jataí/GO	-17,91	-51,71
18	Padre Ricardo Remetter/MT	-15,78	-56,06
19	Paracatu/MG	-17,24	-46,88
20	Paranaíba/MS	-19,75	-51,18
21	Taguatinga/TO	-12,4	-46,41
22	Votuporanga/SP	-20,41	-49,98

Fonte: INMET, 2018.

Figura 4. Localização das estações de monitoramento nos Biomas Amazônia e Cerrado.



4.3. QUANTIFICAÇÃO DOS FOCOS DE QUEIMADAS

A quantificação dos focos de queimadas foi feita a partir de dados do satélite Aqua Referência obtidos na página do Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O satélite Aqua possui órbita do Sul ao Norte e passa pela linha do Equador às 13:30, por isso é denominado de EOS-PM. Ele monitora a Terra por um período de dois dias e seu sensor MODIS obtém dados de 36 faixas espectrais, com comprimentos de onda que vão de 0,4 μ m a 14,4 μ m, além disso, ele possui um campo de visão de 100° que atinge uma faixa de 2.330km (ROSENDO; ROSA, 2005; NASA, 2017).

Para a quantificação, foram coletados dados mensais de focos de queimadas do ano de 2017 (período de 01/01/2017 a 31/12/2017), e eles foram separados por estados que abrangem os biomas Amazônia e Cerrado. Para análise nas estações chuvosa e seca, considerou-se apenas o número de focos de queimadas dos quatro meses consecutivos com mais chuva e com menos chuva, respectivamente. Para a comparação do número de focos de queimadas entre os dois biomas considerou-se o número total de focos em cada mês, durante o ano de 2017.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados de precipitação mensal acumulada, em 2017, no bioma Amazônia, mostrados na Figura 5 e no Anexos I, foi possível determinar os meses que representariam a estação chuvosa e seca, respectivamente, sendo esses: janeiro (300,8mm), fevereiro (320,4mm), março (324,7mm) e abril (281,7mm), e junho (121,8mm), julho (94,4mm), agosto (62,9mm) e setembro (72,5mm). Foi possível também estimar, de acordo com a soma das precipitações médias mensais, a precipitação total acumulada anual, aproximadamente 2.214,4 mm, valor este próximo a Marengo (1995).

Nos biomas Amazônia e Cerrado observa-se que o padrão de distribuição de precipitação anual é bastante homogêneo nas diferentes estações meteorológicas estudadas. No bioma Amazônia, dez das onze estações estudadas apresentam maior precipitação acumulada nos meses chuvosos, com precipitação mínima de 506,3mm (estação de meteorológica de Barcelos/AM) e máxima de 2.346,2mm (estação meteorológica de Belém/PA). A única estação com padrão diferente foi a de Boa Vista, a qual apresentou maior valor de precipitação acumulada nos meses de abril – julho (1.064mm).

Marengo (2004) em um estudo apresentou que a chuva na Amazônia tem tendências opostas, no norte no sul da região. Segundo o autor, mudanças como o aquecimento do oceano Pacífico tropical central provocam a diminuição das chuvas no norte da Amazônia na estação chuvosa. Araújo et al (2001) em seu trabalho analisou a precipitação da cidade de Boa Vista, em Roraima, durante o período de 1923 a 1997 e caracterizou como estação chuvosa os meses de abril a setembro, e seca de outubro a março.

No bioma Cerrado, com base na Figura 6 e Anexo II, determinou-se como estação chuvosa os meses de janeiro (179,6mm), fevereiro (200,9mm), março (166,8mm) e abril (84mm), e como estação seca junho (6,8mm), julho (72,4mm) agosto (7,0mm) e setembro (1,8mm). No entanto, observa-se que os meses de novembro (187,9mm) e dezembro (199,8mm) também apresentaram precipitação mensal acumulada elevada. Quanto à precipitação total acumulada no ano, o cerrado apresentou um valor de 1.164,4 mm, também próximo ao encontrado por Eiten (1990).

O bioma Amazônia apresenta maiores precipitações em relação ao Cerrado devido à sua localização, mais próxima ao Equador. É característico de ambos os biomas apresentar uma época seca, no inverno, e uma chuvosa, no verão, ao longo do ano. Entretanto, no cerrado a estação seca é mais rigorosa, como mostra a Figura 6 e Anexo II, onde há cidades em que não houve precipitação durante quatro meses.

A precipitação apresenta uma relação direta com as queimadas no país, como é possível analisar nas Figuras 7 e 8. Durante a estação chuvosa, o número de focos de queimadas é consideravelmente menor quando comparado à estação seca. No bioma Amazônia, o número total de focos de queimadas nos quatro meses com maiores precipitações foi de 2.671 focos, enquanto que no Cerrado foi de 2.398 focos, já nos quatro meses consecutivos com menos chuva, o primeiro bioma apresentou 8.8401 focos e o segundo 6.2857 focos.

Figura 5. Precipitação mensal acumulada (mm) nas estações de monitoramento do Bioma Amazônia.

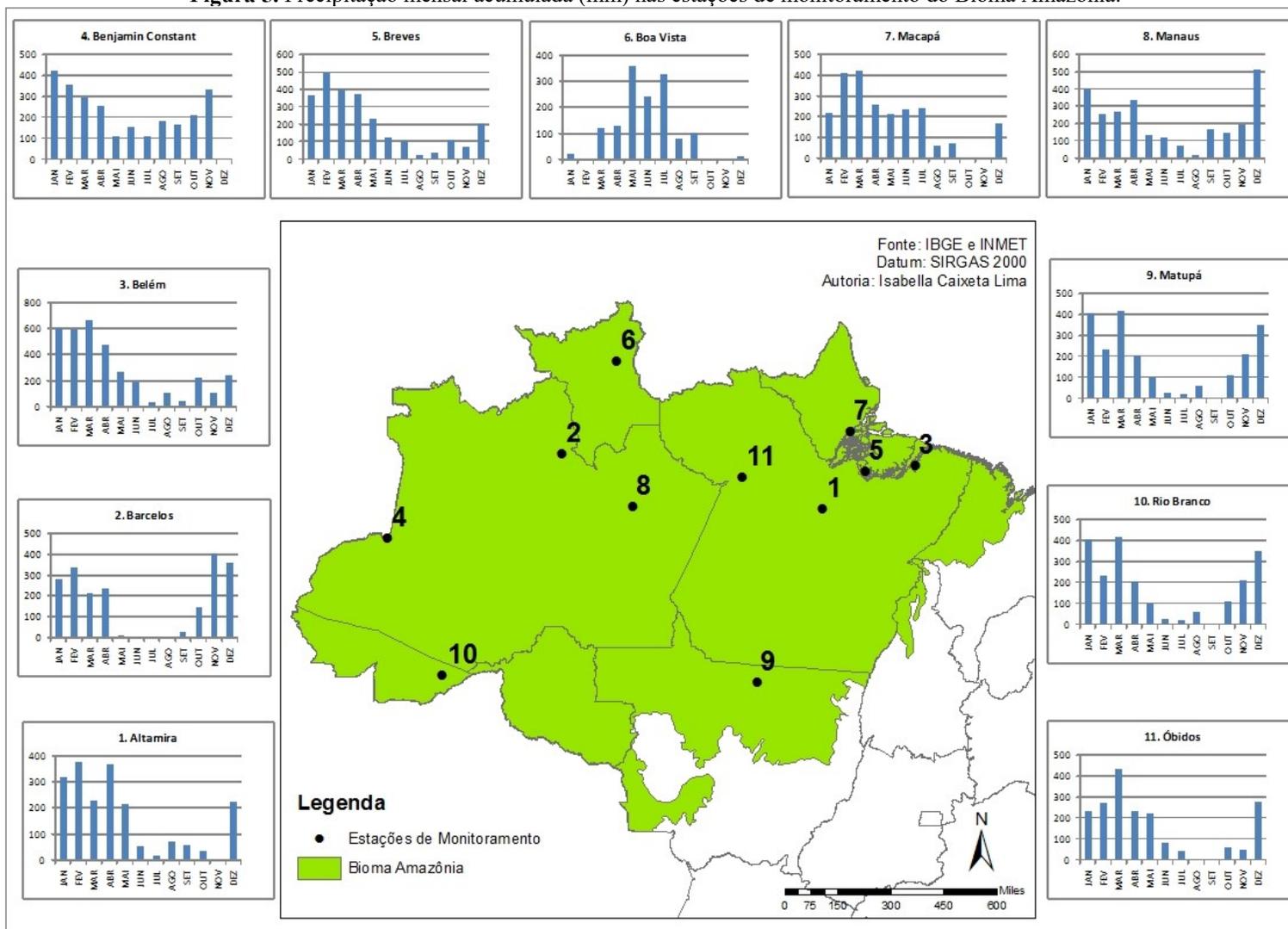


Figura 6. Precipitação mensal acumulada (mm) nas estações de monitoramento do Bioma Cerrado.

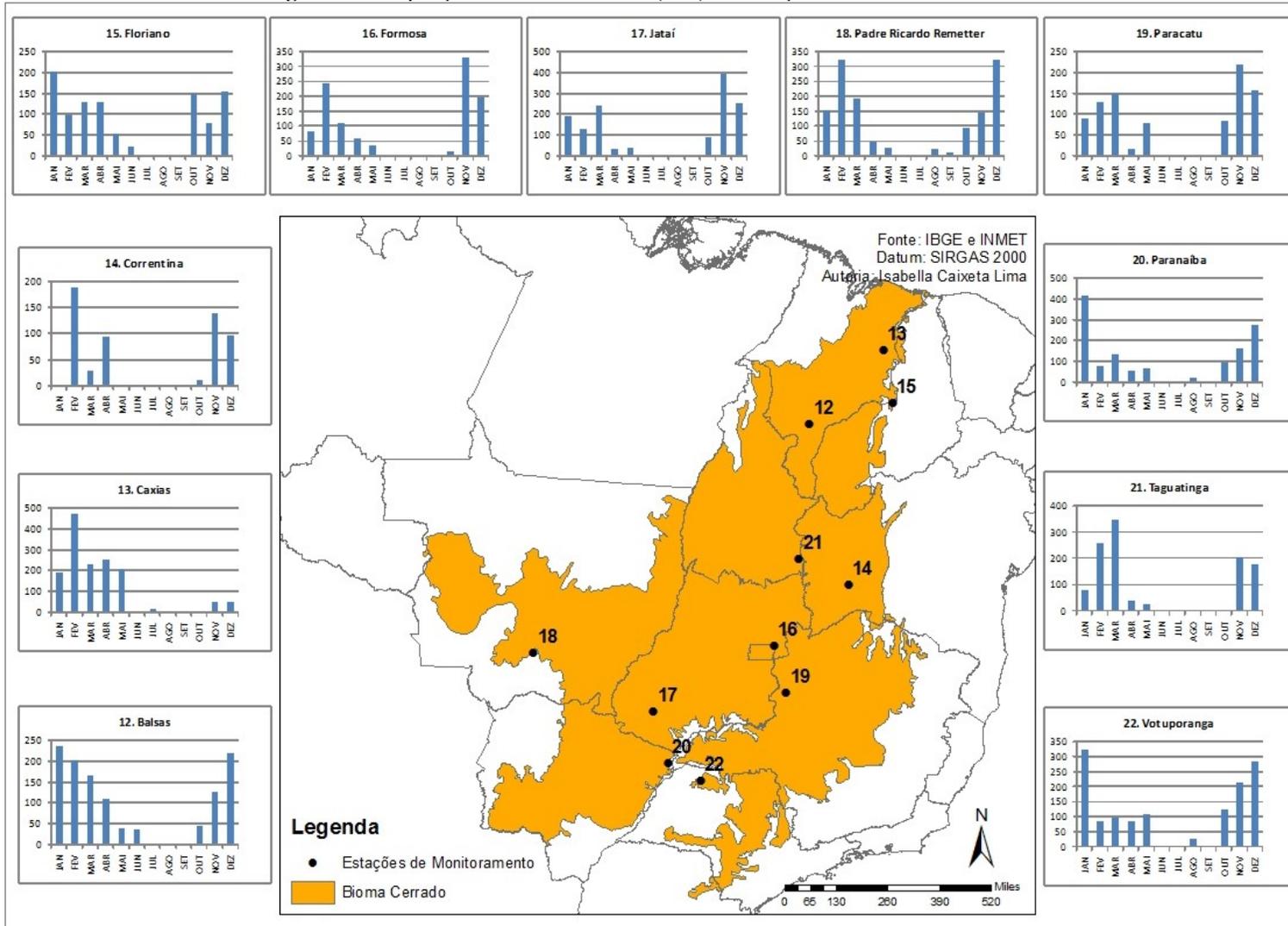


Figura 7.Relação entre a precipitação nas estações chuvosa e seca e o número de focos de queimadas no Bioma Amazônia.

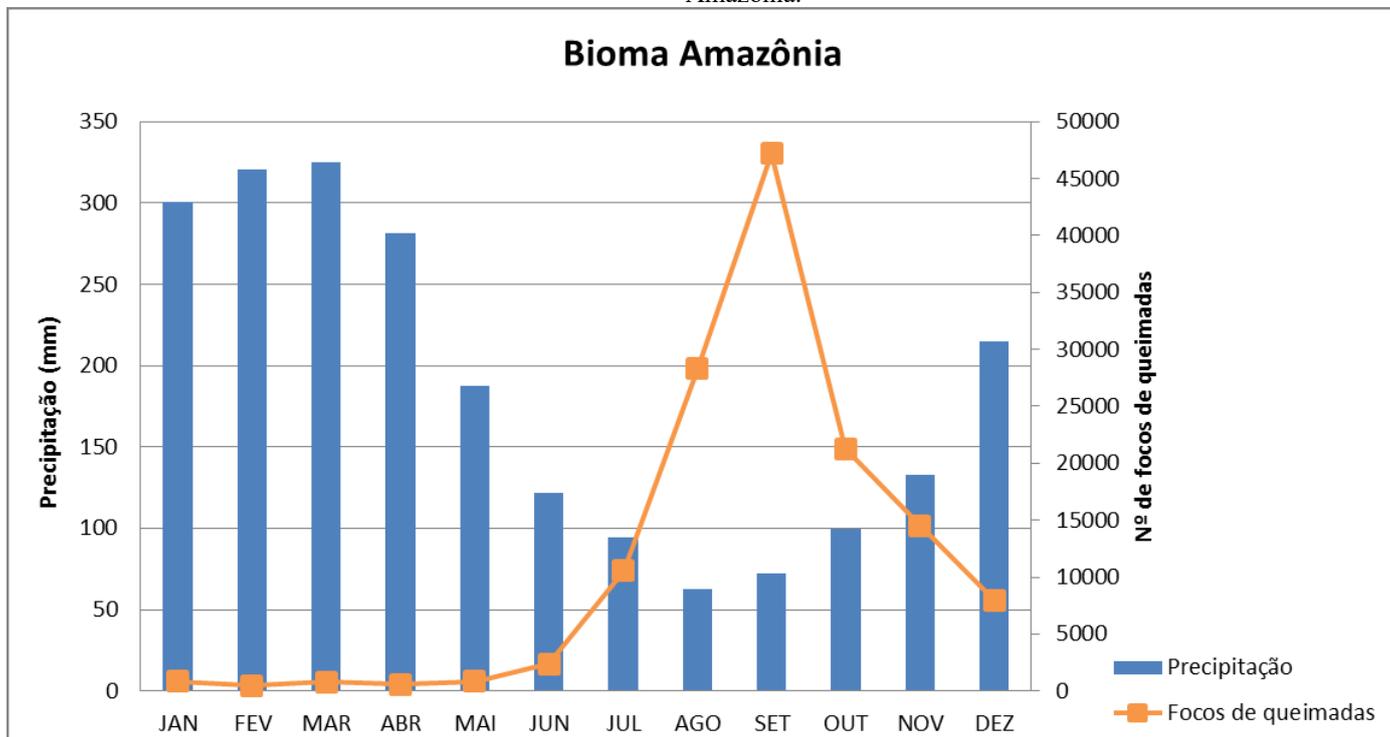
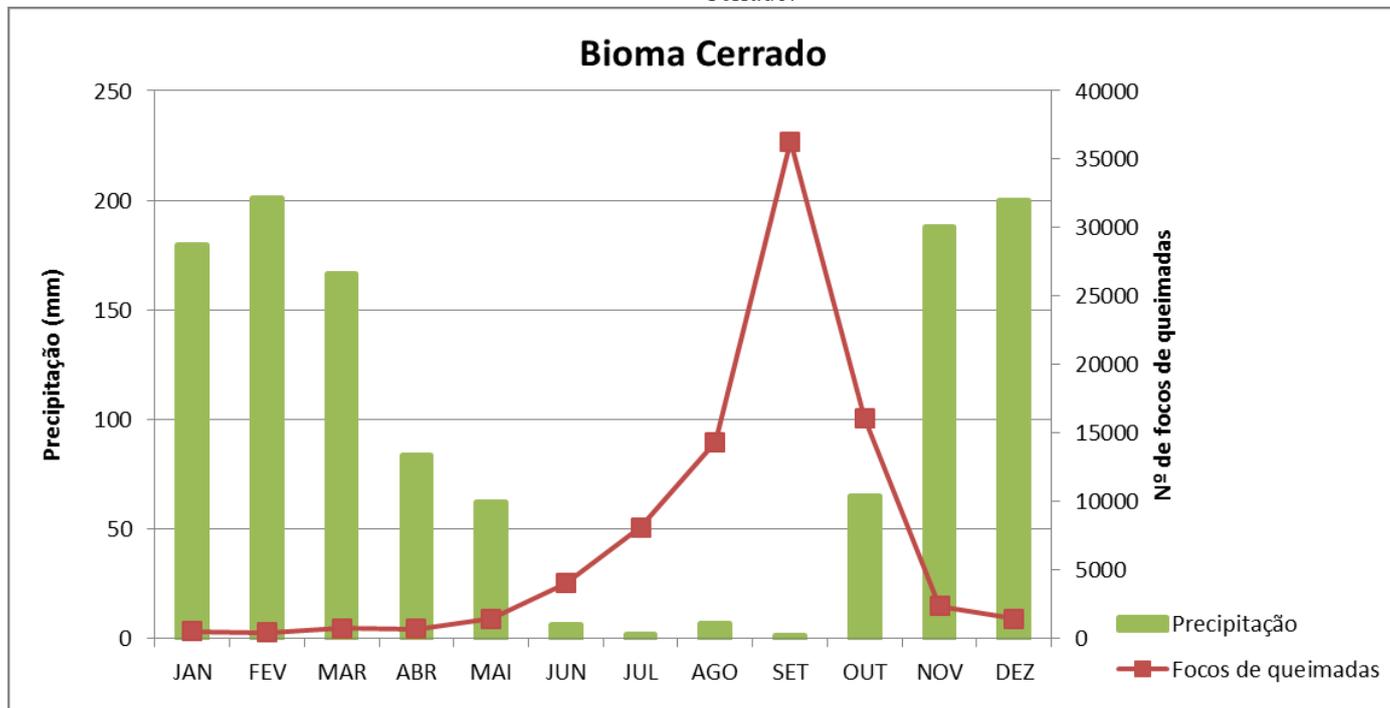


Figura 8.Relação entre a precipitação nas estações chuvosa e seca e o número de focos de queimadas no Bioma Cerrado.



De acordo com a Figura 7, o bioma Amazônia, nos meses de janeiro, a estação chuvosa apresentou um número significativamente menor de focos de queimadas comparada estação seca. Segundo o Infoqueima, Boletim mensal de monitoramento do INPE, dos quatro primeiros meses do ano de 2017, as anomalias positivas da chuva, causadas principalmente pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e pela Zona de Convergência de umidade (ZCOU), contribuíram para a redução dos focos de queimadas na região.

O estado com maior número de focos de queimadas no bioma Amazônia durante a estação chuvosa foi o Mato Grosso (1.438 focos – 54% do total de focos no bioma), em seguida foi Roraima (519 focos), Pará (323 focos), Amazonas (188 focos), Rondônia (102 focos), Maranhão (88 focos), Tocantins (6 focos), Amapá (5 focos) e, por fim, Acre (2 focos). Todos esses estados apresentaram uma redução das queimadas comparada à média histórica de 1998 a 2016 (INPE, 2017a, 2017b, 2017c, 2017d) A Figura 9 mostra a localização desses focos de queimadas na estação chuvosa.

No mês de junho a quantidade de focos de queimadas no bioma Amazônia foi maior (2.391 focos), comparado aos quatro meses da estação chuvosa, entretanto, foi a partir de julho que esse número aumentou consideravelmente, como é apresentado na Figura 7, com valor máximo no mês de setembro. A ocorrência de queimadas na época seca é mais comum devido à diminuição das chuvas e conseqüentemente da umidade.

Durante esse período foram registrados alguns recordes de queimadas. No mês de julho os estados do Pará, Amazonas e Rondônia apresentaram um aumento de 337%, 700% e 242%, respectivamente. No mês de agosto somente o Amazonas apresentou recorde (266%) e em setembro o estado do Pará sofreu um aumento de 270%. Todos esses valores foram comparados em relação à média mensal histórica, de 1998 a 2016 (INPE, 2017e).

O estado com maior número de focos de queimadas durante a estação seca foi o Pará (38.944 focos), em seguida Mato Grosso (17.697 focos), Amazonas (12.118 focos), Rondônia (11.137 focos), Acre (5.398 focos), Maranhão (1.969 focos), Tocantins (890 focos), Amapá (133 focos) e Roraima (85 focos). A localização desses focos é ilustrada na Figura 9.

Pode-se perceber que comportamento da precipitação no norte da Amazônia influenciou no número de focos de queimadas, em que há uma grande concentração nos meses de janeiro e fevereiro, principalmente no estado de Roraima onde a precipitação é menor nesses meses. Nessa região as chuvas são mais intensas a partir de abril, que provoca a diminuição das queimadas.

Episódios de queimadas na estação chuvosa são, em sua grande maioria, provocados por ação antrópica, uma vez que a elevada precipitação e umidade impedem que o fogo se alastre. Já na estação seca, a baixa precipitação e umidade contribuem para que a vegetação fique mais seca o que favorece a ocorrência de queimadas. É comum acontecer nessa época incêndios acidentais ocasionados por pontas de cigarro que caem sobre a vegetação seca, balões de festas juninas e fogos de artifícios, entretanto, práticas agrícolas são a principal causa desses episódios. Os estados do Mato Grosso e Pará, que apresentaram os maiores números de focos na estação seca, têm a agricultura como principal fonte de renda, dessa maneira, é um hábito dos agricultores atear fogo para limpeza de território e rebrota do pasto, além de ser muito comum nessas regiões o desmatamento que contribui para a criação de bordas que ajudam a disseminar o fogo.

Assim como no bioma Amazônia, o Cerrado apresentou um número menor de focos de queimadas na época chuvosa quando comparado à época da seca, como mostra o Figura 8. No entanto, é habitual desse bioma as queimadas obedecerem à uma sazonalidade, visto que suas estações são bem definidas.

A ZCAS e ZCOU também causaram anomalias positivas das chuvas nos estados que abrangem o Cerrado durante a estação chuvosa, o que contribuiu para a redução das queimadas. O estado que apresentou o maior número de focos nesse período foi o Mato Grosso (145 focos), seguido do Maranhão (105 focos), Tocantins (58 focos), Minas Gerais (57 focos), Mato Grosso do Sul (53 focos), Goiás (49 focos), Bahia (29 focos) Piauí (15 focos) São Paulo (15 focos), Distrito Federal (1 foco) e Paraná (1 foco). A distribuição espacial desses focos pode ser observado na Figura 8. Dentre esses estados, somente o Mato Grosso do Sul apresentou um aumento (de 116%) no mês de janeiro comparado à média histórica mensal (INPE, 2017a).

A intensificação das queimadas no Cerrado no ano de 2017 começou a partir do mês de junho, uma vez que a precipitação diminuiu bruscamente, e atingiu o máximo no mês de setembro. Como já mencionado anteriormente, a falta de umidade e chuva deixam a vegetação seca e ela pode se tornar um material inflamável. Dessa maneira, provavelmente um incêndio que começou de forma pontual pode se espalhar e causar um dano ainda maior devido a essa vegetação seca.

Durante esse período os estados que apresentaram os maiores números de focos de queimadas foram o Tocantins (18.267 focos), o Maranhão (14.423 focos) e o Mato Grosso (11.450 focos), em seguida o Goiás (5.126 focos), Bahia (4.381 focos), Minas Gerais (3.726

focos), Piauí (2.225 focos), São Paulo (1.589 focos), Mato Grosso do Sul (1.367 focos) e o Distrito Federal (303 focos). Apesar do estado do Mato Grosso ter apresentado um elevado número de focos de queimadas, ele teve uma redução em relação a média histórica de 1998 a 2016 de 22%, o estado do Mato Grosso do Sul também apresentou uma redução, que foi de 6% . Quanto aos recordes, no mês de setembro, os estados do Tocantins e Maranhão apresentaram um aumento de 144% e 237%, respectivamente. A Figura 10 ilustra a localização dos focos de queimadas no Cerrado (INPE, 2017f, 2017g, 2017e).

Observa-se a partir das Figuras 9 e 10 que os maiores números de focos de queimadas de junho (pontos verdes) se concentram ao nordeste do Cerrado e sudeste da Amazônia, região de transição entre os dois biomas e considerada o arco do desmatamento, área de intensa atividade agropecuária. Este fato pode ser um indício de que as queimadas desse período começam nessa região.

Figura 9. Localização dos focos de queimadas na estação chuvosa (janeiro – abril) e seca (junho – setembro) no Bioma Amazônia.

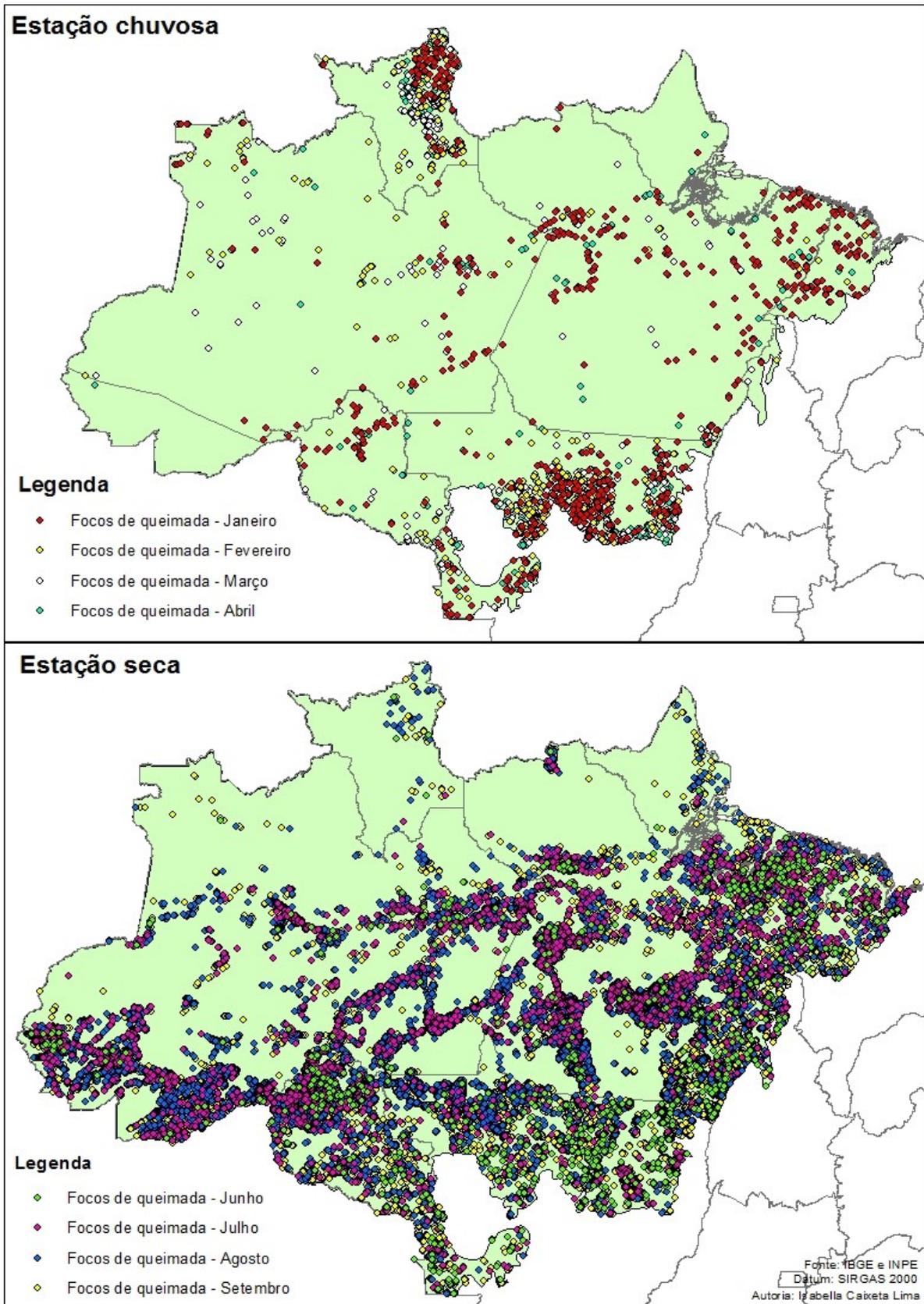
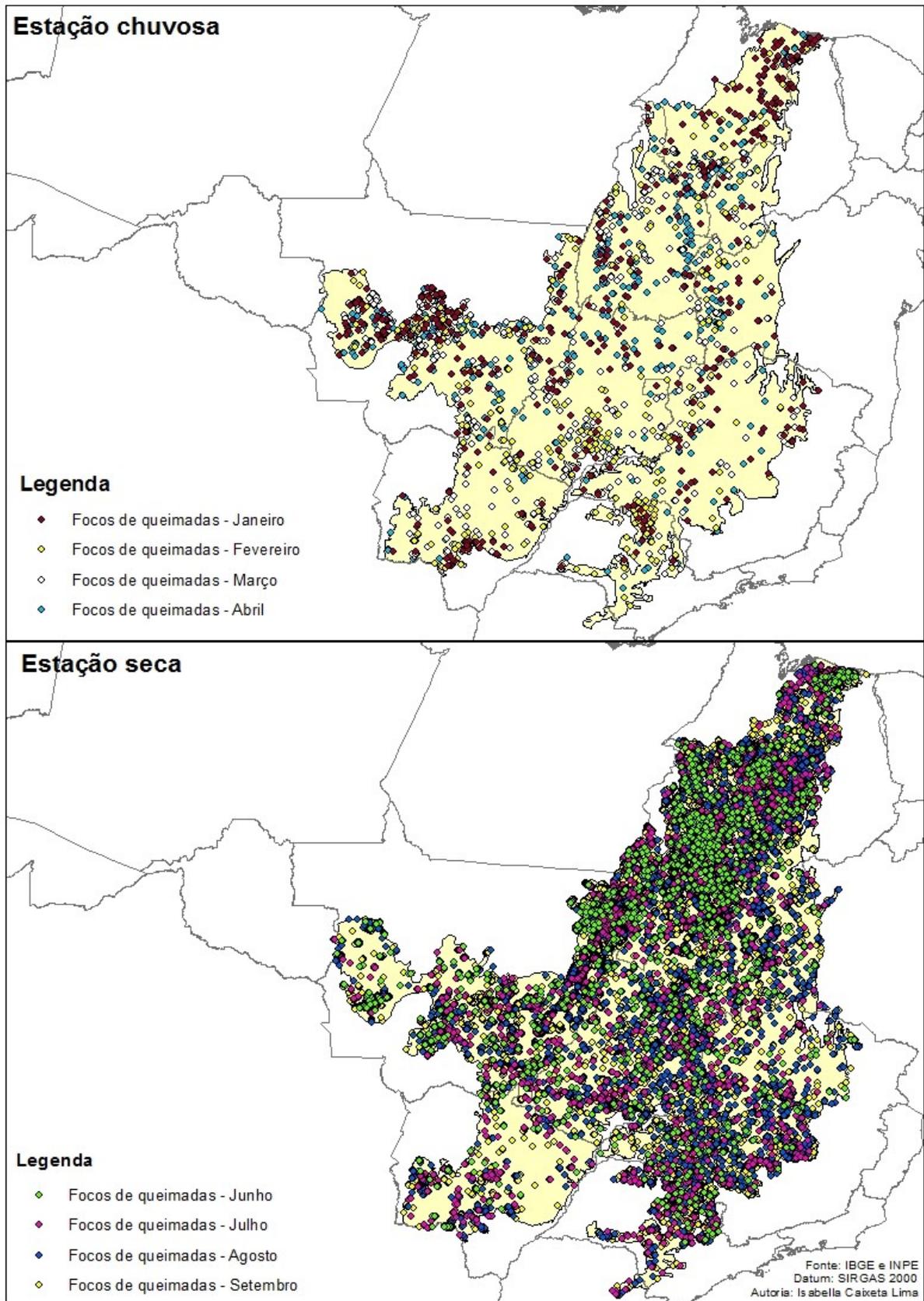


Figura 10. Localização dos focos de queimadas na estação chuvosa (janeiro – abril) e seca (junho – setembro) no Bioma Cerrado.

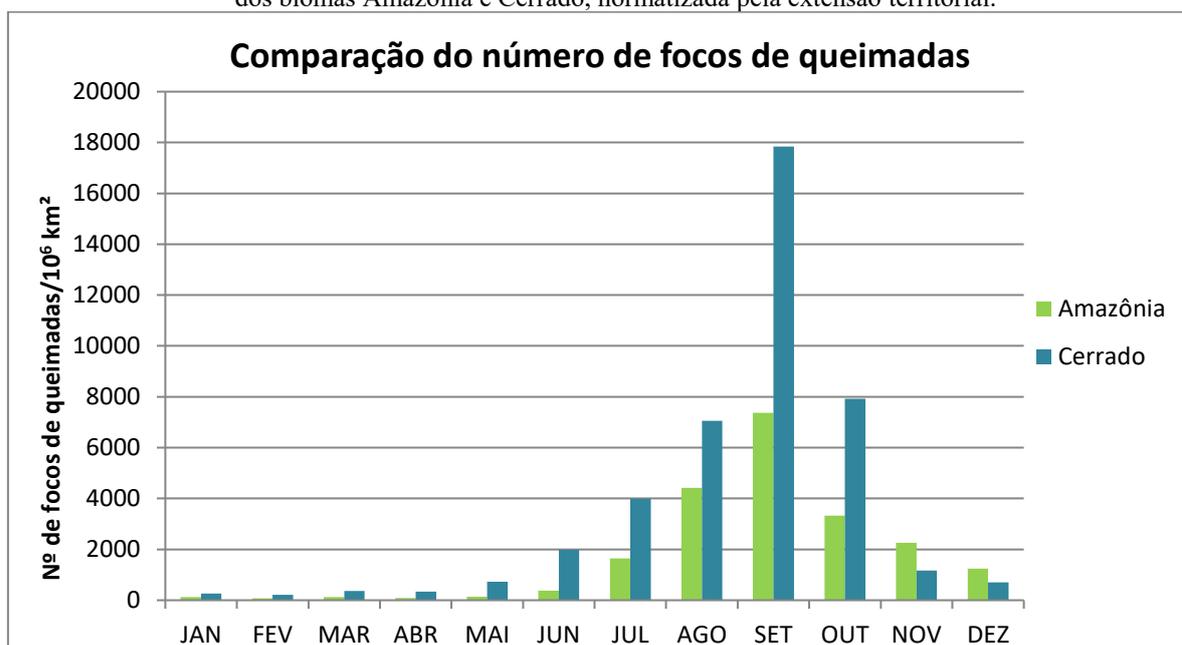


A partir do que foi discutido, pode-se perceber que o bioma Amazônia apresentou um número de focos de queimadas maior que o do Cerrado. Entretanto, deve-se levar em consideração a extensão de cada um deles ao analisar esse tipo de dado, uma vez que a área do primeiro bioma é o triplo da do segundo.

Verificou-se, a partir da Figura 11, que o número de focos de queimadas no Cerrado, normalizado pela extensão territorial, nas duas estações analisadas, foi maior que o da Amazônia (aproximadamente 2 vezes) e também pode-se observar em ambos os biomas que na estação seca esse número cresceu gradativamente, e na estação chuvosa não houve muita variação, devido a fatores já analisados anteriormente, como a ação atropogênica e a precipitação.

No entanto, nos meses de novembro e dezembro, o bioma Amazônia apresentou valores maiores de focos de queimadas. Uma das justificativas desse ocorrido é que a precipitação no Cerrado volta a aumentar em novembro, já na Amazônia, volta em dezembro – janeiro, assim o período das queimadas é prolongado. Outra justificativa é que a taxa de desmatamento na Amazônia nos anos de 2013 a 2017 foi 38% maior que no ano de 2012 (4571 km² de desmatamento) e isso ocorreu devido ao retrocesso de políticas ambientais, como o Código Florestal que estabeleceu a anistia, o estímulo à grilagem de terras públicas (Lei nº 13.465/2017), falha em acordos da pecuária e falta de fiscalização (GREENPEACE, 2018).

Figura 11. Comparação dos focos de queimadas mensal nas estações chuvosa e seca dos biomas Amazônia e Cerrado, normalizada pela extensão territorial.



6. CONCLUSÃO

O principal objetivo do trabalho foi monitorar e quantificar os focos de queimadas nos biomas da Amazônia e do Cerrado nas estações chuvosa e seca. Utilizando dados de precipitação de 22 estações meteorológicas, observou-se que em ambos os biomas as estações chuvosa e seca foram representadas pelos mesmos meses, isto é, janeiro – abril (chuvosa) e junho – setembro (seca).

Os resultados mostraram que a quantidade de focos na estação seca foi maior que na estação chuvosa, com máximo no mês de setembro, devido à escassez de chuvas. Entretanto, não é somente a precipitação que influencia no aumento ou diminuição das queimadas. Atividades humanas, principalmente as de manejo do solo para a agricultura e o desmatamento que gera efeito de borda nas florestas podem intensificá-las.

A vegetação do Cerrado, por conviver com episódios de queimadas há milhares de anos, tornou-se resistente e adaptada, tanto que em algumas espécies vegetais o aumento da temperatura devido ao fogo estimula sua deiscência. Já no caso do bioma Amazônia as queimadas podem causar danos irreparáveis. Apesar de o Cerrado ter apresentado um número maior de focos por quilômetro quadrado que a Amazônia nas duas estações analisadas, o cuidado e atenção com os dois biomas tem que ser o mesmo, uma vez que a ocorrência de incêndio neles é mais frequente.

Os registros de queimadas são muito importantes para os governos formularem estratégias de combate e prevenção de queimadas, principalmente nos meses de maior ocorrência. Incentivos a técnicas de manejo do solo ambientalmente corretas, aumento da fiscalização e aplicação da legislação ambiental e o monitoramento são práticas que auxiliam na redução do número de focos de queimadas, especialmente aquelas causadas por ações antrópicas.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, L. E. O. C. et al. Interactions between rainfall , deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. **Philosophical Tansaction of The Royal Society B**, v. 363, n. February, p. 1779–1785, 2008.
- ARAGÃO, L. T. de. Ocupação humana de Brasília. In: PINTO, Maria Novaes. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1990. p. 163-180.
- ARAÚJO, W. F., JÚNIOR, A. S. A., MEDEIROS, R. D., SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001.
- AZEVEDO, T. R.; TOCANTINS, M. A. C. Instrumentos econômicos da nova proposta para a gestão de florestas públicas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 2, 2006.
- BARBOSA, A. S.; SCHIMIZ, P. I. Ocupação indígena no Cerrado; esboço de uma história. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 3-42.
- BRAGA, P. I. S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 4, p. 53–80, 1979.
- COCHRANE, M. A.; LAURANCE, W. F. Synergisms among Fire , Land Use , and Climate Change in the Amazon. **AMBIO: A Jornal of the Human Environment**, v. 37, n. 7, p. 522–527, 2008.
- EITEN, G. Vegetação. In: PINTO, Maria Novaes (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1990. p. 9-67.
- FALESI, Í. C. CLIMA e SOLO. In: **1º Simpósio do Trópico Úmido**. [s.l: s.n.]. p. 169–191.
- FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia : History , Rates , and Consequences. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 680–688, 2005.
- FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157–166, 2005.
- FERRI, M. G. Ecologia dos Cerrados. In: FERRI, Mário Guimarães (Cord.). **IV Simpósio Sobre o Cerrado**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia Limitada, 1977. p. 15-36.
- FISCH, G. Climatic aspects of the Amazonian Tropical Forest. **Acta Amazonica**, v. 20, p. 39–48, 1990.
- FRANÇA, H. Um Estudo Fenológico Com Imagens Avhrr / Noaa Nos Cerrados Do Parque Nacional Das Emas , Go . 1994.
- FRANÇA, H. Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA. p. 133, 1999.
- GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A. Ocupação humana e impactos ambientais no bioma Cerrado: dos bandeirantes à política de biocombustíveis. **IV Encontro Nacional da Anppas**,

p. 1–20, 2008.

GREENPEACE, Imaflora, Imazon, Instituto Centro de Vida (ICV), Instituto Socioambiental, IPAM Amazônia, The Nature Conservancy, WWF (2018). **Desmatamento zero na Amazônia: como e por que chegar lá.**

HALL, J. V et al. Remote Sensing of Environment A MODIS-based burned area assessment for Russian croplands : Mapping requirements and challenges. **Remote Sensing of Environment**, v. 184, p. 506–521, 2016.

HARDESTY, J.; MYERS, R.; FULKS, W. Fire, ecosystems and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. **Fire Management**, v. 22, n. 4, p. 78–87, 2005.

HOEFLICH, V. A.; CRUZ, E. R.; PEREIRA, J.; DUQUE, F. F.; TOLLINI, H. Sistema de produção agrícola no Cerrado. In: FERRI, Mário Guimarães. **IV Simpósio Sobre o Cerrado**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia Limitada, 1977. p. 37-58. FERRI, M. G. Ecologia dos Cerrados. In: FERRI, Mário Guimarães (Cord.). **IV Simpósio Sobre o Cerrado**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia Limitada, 1977. p. 15-36.~

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004). **Mapa de Biomas e de Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios Brasileiros - Meio Ambiente 2002**. Rio de Janeiro, IBGE, 2005.

INPE. **Infoqueima boletim mensal de monitoramento - Janeiro**. [s.l: s.n.].

INPE. **Infoqueima boletim mensal de monitoramento - Fevereiro**. [s.l: s.n.].

INPE. **Infoqueima boletim mensal de monitoramento - Março**. [s.l: s.n.].

INPE. **Infoqueima boletim mensal de monitoramento - Abril**. [s.l: s.n.].

INPE. **Infoqueima boletim mensal de monitoramento - Setembro**. [s.l: s.n.].

INPE. **Infoqueima boletim mensal de monitoramento - Julho**. [s.l: s.n.].

INPE. **Infoqueima boletim mensal de monitoramento - Agosto**. [s.l: s.n.].

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **O que é? Amazônia Legal**. Ano 5, edição 44. 08 de Junho de 2008.

LENTINI, M. et al. **Fatos Florestais da Amazônia 2005**. [s.l: s.n.].

MARENGO, J. A. Interannual variability of deep convection over the Tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. **International Journal of Climatology**, v. 15, p. 995–1010, 1995.

MARENGO, J. A. Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 78, p. 79-96, 2004.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. (2002). **O Bioma Cerrado**.

NASA - *Nacional Aeronautics and Space Administration*. (2017). **Aqua Earth** -

Observing satellite mission.

Observatório do Clima (2017). **Emissões do setor de mudança de uso da terra.**

PANTOJA, N. V. et al. **Observações de queimadas no leste do Acre : subsídios para validação de focos de calor derivados de dados de satélites.** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...**2005

PIVELLO, V. R. The use of fire in the cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: Past and present. **Fire Ecology**, v. 7, n. 1, p. 24–39, 2011.

RAMOS-NETO, M. B.; PIVELLO, V. R. Lightning fires in a Brazilian Savanna National Park: Rethinking management strategies. **Environmental Management**, v. 26, n. 6, p. 675–684, 2000.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1998. p. 47-83.

RONCHAIL, J. et al. Interannual Rainfall Variability in the Amazon Basin and Sea-Surface Temperatures in the Equatorial Pacific and the Tropical Atlantic Oceans. **International Journal of Climatology**, v. 22, p. 1663–1686, 2002.

ROSENDO, J. DOS S.; ROSA, R. A utilização de sensores com resolução moderada (MODIS) no estudo da vegetação na Bacia do Rio Araguari-MG. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, p. 91–104, 2005.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1998. p. 47-83.

SATYAMURTY, P. et al. Rainfall trends in the Brazilian Amazon Basin in the past eight decades. **Theor Appl Climatol**, v. 99, p. 139–148, 2010.

VIEIRA, E.; MARTINS, R. A.; FERREIRA, I. M. O Processo de Ocupação do Bioma Cerrado e a Degradação do Subsistema Vereda no Sudeste de Goiás. p. 1–20, 1970.

Anexo I
Tabelas de precipitação mensal acumulada (mm) do Bioma Amazônia

Bioma Amazônia												
Estação de Monitoramento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	318,8	377,1	229,1	369,2	216,6	54,2	19,7	72,3	59,1	36,6	3,8	227,2
2	29,1	162,7	98,4	216,1	174,3	100,2	45,6	84,4	40,2	33,6	69,8	0
3	599,3	597,9	670,2	478,8	271,4	186,8	35,8	102,6	51,9	222,5	103,3	243,4
4	427	359	295	260	112	155	111	183	165	215	338	0
5	369,6	497,2	401,2	374,6	238,8	127,6	105,6	25,3	36,4	118,2	76,4	206,6
6	20,2	1,4	119,4	129	361,2	243,5	330,6	78	104,7	5,6	1,1	12
7	219,8	416,1	421,1	259,6	214,7	234,2	242,1	59,8	70,7	0	1,3	168,1
8	402,1	257,4	270	338,4	135,8	126,5	75,7	20,1	166,4	148,1	195,7	512,8
9	283,7	341,9	213,1	236,2	11,3	0,2	0	0	29,8	145,8	405,6	361,3
10	405,2	236,5	419,8	205,3	101,6	25,4	24,6	63,4	84,4	110,9	213,2	354,2
11	234,5	276,9	434,1	231,4	224,7	86,1	48	3,8	0,8	61,8	51,3	281,2
Média	300,8	320,4	324,7	281,7	187,5	121,8	94,4	62,9	72,5	99,8	132,7	215,2

Fonte: INMET, 2018.

Anexo II
Tabelas de precipitação mensal acumulada (mm) do Bioma Cerrado

Bioma Cerrado												
Estação de Monitoramento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
12	236,3	202,9	166,2	110,5	39	36,6	0	0	0	46,8	126,4	219,1
13	192,5	471,1	233,7	250,8	210,5	6,6	20,7	3,4	0	0	48,6	49,7
14	2,9	188,9	28,9	94,4	3,4	0	0	0	0	12,7	141,5	98,2
15	202,8	98,4	129,1	130,1	55,2	23,6	0	0	0	148,4	79,4	154,9
16	80,6	243,4	110,6	58,7	34,3	0	0	0	0	16,6	330,8	199,3
17	192,2	131,7	243,1	32	37,2	1,9	0	2,7	2,9	86	396,7	252,5
18	153,4	323,9	194,9	47	28,6	0	0	23,3	9,6	94	146	322,1
19	88,1	129,5	147,9	16,4	78,5	1	0	0	0,7	83,6	218,3	157,6
20	419,6	7,6	135,2	60,4	67	0,4	0	22,8	5,5	96,3	162,8	280,2
21	81,4	261,2	349,5	41,7	27	0	0	0	0	7,4	203,6	177,2
22	325,7	82,9	96	82,22	108,6	4,6	0	25,1	1	124,7	213	287,8
Média	179,6	200,9	166,8	84,0	62,7	6,8	1,9	7,0	1,8	65,1	187,9	199,9

Fonte: INMET, 2018.