

DINÂMICA MULTITEMPORAL DE FOCOS DE QUEIMADAS E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, EM ANGOLA NOS PERÍODOS 2009-2010, 2014-2015 E 2018-2019

MULTITEMPORAL DYNAMICS OF FIRE FOCUSES AND CLIMATE VARIABLES, IN ANGOLA IN THE PERIODS 2009-2010, 2014-2015 AND 2018-2019

Khokhy Sefo Maria Barros¹

António Paulo Mateus²

João Francisco de Sousa Gaspar da Silva³

Introdução

O fogo é uma reação química que envolve uma fonte de ignição (energia), material combustível e oxigênio. Em alguns ecossistemas florestais, esse fenômeno ocorre naturalmente, como no caso do bioma Cerrado, onde a vegetação aberta, a baixa umidade relativa do ar e as altas temperaturas propiciam a origem de queimadas naturais, principalmente por descarga elétrica (COUTINHO, 1990).

Defini-se bioma como uma área do espaço geográfico, com dimensões territoriais de mais de um milhão de quilômetros quadrados e que tenha por características a uniformidade de um macroclima definido, de fitofisionomia, organismos vivos associados e outras condições ambientais, como, por exemplo, ocorrência do fogo. Todas essas características conferem estrutura, funcionalidades e ecologia peculiares (COUTINHO, 1980).

Por milhares de anos, o fogo exerceu papel importante no estabelecimento de comunidades da fauna e da flora em grandes biomas, por meio de adaptações às condições adversas deste fenômeno. Segundo Coutinho (1976), demonstrou a existência de tipo de adaptações pirofíticas (adaptações ao fogo), em espécies vegetais. Outros estudos experimentais mostram a importância desse fenômeno no processo dinâmico do crescimento, morte e sucessão das comunidades vegetais, constituindo parte integrante desse ecossistema (COUTINHO, 1990).

1 Mestre em Sistema de Informação Geográfica, Professor Assistente Estagiário no Instituto Superior Politécnico de Ndalatando. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7487-6830>. E-mail: sefobarros@gmail.com.

2 Mestre em Engenharia Ambiental, Professor Assistente Estagiário no Instituto Superior Politécnico de Ndalatando. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0220-9631>. E-mail: apmateus86@gmail.com.

3 Doutor em Ciências Aplicada da Terra, Professor Catedrático da Universidade Agostinho Neto Faculdade de Ciências Naturais, Presidente do Instituto Superior Politécnico de Ndalatando. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0773-7043>. Email: jszitossilva2011@gmail.com.

Características da paisagem, tais como formações rochosas (que servem de abrigos), grande variedade de frutos e riqueza em caça, favoreceram a ocupação e a fixação humana em estes lugares, bem como no desenvolvimento dos aspectos culturais específicos e as interações com o meio ambiente (BARBOSA; SCHMIZ, 1998).

Com a ocupação destes lugares pelo homem, o advento do fogo tornou-se mais frequente, sendo utilizado para abrir novas frentes agrícolas, para limpeza de área para plantios, para a formação de pastagens ou por incendiários (SOARES, 1988).

Desde então, este lugar vem sofrendo constantes pressões antrópicas e, por isso, foi incluído na lista das “hotspots” (SILVA; BATES, 2002), áreas prioritárias para direccionar recursos destinados à preservação. Apesar desse reconhecimento, o uso indiscriminado do fogo para manejo de pastagens, abertura de novas frentes agrícolas e preparo do solo para plantio ainda provoca perturbações em grande escala, o que afeta o equilíbrio desse bioma.

Devido à grande extensão territorial do Angola, o monitoramento da ocorrência de incêndios ou queimadas vem sendo realizados por meio do sensoriamento remoto, possibilitando detectar focos de calor, servindo como subsidio para definir estratégias de prevenção e combate a incêndios (PIROMAL et al., 2008).

Os dados de focos de calor são captados pelos sensores dos satélites, na qual o termo focos de calor refere - se a temperaturas registradas acima de 47° C e são detectados pelos sensores presentes nos satélites, o que nem sempre faz referência a focos de fogo ou incêndio (INPE, 2014). Segundo Graneman e Carneiro (2009) os sensores a bordo dos satélites têm contribuído para detectar e localizar em tempo real os focos de calor. Jesus et al. (2011) considera que a localização das ocorrências dos focos de calor é importante para poder definir estratégias de combate e prevenção de incêndios.

Actualmente o monitoramento de queimadas e incêndios florestais faz uso de algumas ferramentas tecnológicas, tais como sensores presentes nos satélites NOAA-12, NOAA-15, NOAA-16, TERRA e AQUA_M-T (INPE, 2014). O satélite NOAA-12 opera em cinco bandas, onde a banda três é utilizada para detectar focos de calor, isso devido operar na faixa do infravermelho termal, sendo sensível a fontes de calor e cobre todo Angola, com seis passagens diárias (MMA, 2013). Os satélites NOAA-12 e AQUA_M-T são considerados os mais adequados para a detecção de focos de calor, pois opera a uma altitude de 810 e 700 km respectivamente, possibilitando maior precisão na obtenção dos dados (INPE, 2014).

Segundo Fonseca e Ribeiro (2003) as informações das áreas com focos de calor com intervalos menores contribuem com a prevenção de incêndios, já que possibilita elaboração de medidas de contenção e controle. Ainda de acordo Santos et al. (2011) o uso de ferramentas de Sistema de Informação Geográfico

é importante para identificação das ocorrências de incêndios, sendo possível monitorar grandes áreas.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, desenvolve trabalhos de monitoramento desde a década de 1980 (SOUZA et al., 2004), sendo disponibilizado, na internet, um banco de dados com informações sobre focos de calor, tais informações são utilizadas por diferentes usuários, como instituições governamentais, pesquisadores, mídia, e outras entidades interessadas com os dados disponibilizados.

Matérias e métodos

Os dados de focos de queimadas de Angola, foram obtidos por meio do portal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil (INPE), que trata do monitoramento de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites. Tais satélites detectam frente de fogo com no mínimo de 30 m de extensão por 1 m de largura e marca uma coordenada para cada frente detectada (INPE, 2016), gerando assim, dados no modelo vetorial expresso por pontos.

Para a pesquisa usou-se dados dos satélites de referência, cujas informações diárias de focos detectados são usadas para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões em períodos de interesse (INPE, 2017).

Dados de Desmatamento

A imagem classificada com dados de desmatamento foi obtida do Projecto de Monitoramento da Florestas Angolanas. O projecto PRODES realiza o monitoramento por satélite do desmatamento por corte raso das florestas desde 1988, as taxas anuais de desmatamento na região, que são usadas pelos governos para o estabelecimento de políticas públicas. Este projecto utiliza imagens de satélites da classe LANDSAT 8 de 30 metros de resolução espacial e taxa de revisita de 16 dias numa combinação que busca minimizar o problema da cobertura de nuvens e garantir critérios de interoperabilidade (INPE, 2019).

Dados Climáticos

Os dados de temperaturas e precipitação foram obtidos através da plataforma de computação em nuvem *Google Earth Engine* (GEE). Esta plataforma é baseada na nuvem que consiste em um catálogo de dados com mais de 40 anos de imagens históricas e actuais de sensoriamento remoto para análise de dados

ambientais em escala mundial que são pré-processados, georreferenciados e estão prontos para uso (SANTOS, 2011).

Para a coleta da temperatura foi utilizando o produto do sensor MODIS MOD11A2. O produto MOD11 compreende a coleção C5 de dados de temperatura e emissividade da superfície terrestre (diurnos e noturnos) em uma composição sem nuvens no período de 8 dias e com uma resolução espacial de 1 km.

Para a precipitação utilizou-se o produto do Grupo de Riscos Climáticos Precipitação Infravermelha com Estações (*Climate Hazards Group Infra Red Precipitation with Station Data - CHIRPS*) que se baseia em longos períodos de estimativas de precipitação em observações por infravermelho (*Cold Cloud Duration - CCD*) (FUNK, 2015). O algoritmo é construído por informações de satélite para representar locais de baixa medição, incorpora estimativas diárias de precipitação e combina dados de estações para produzir uma análise preliminar, produzindo informação com uma estimativa de cerca de 5 dias (Gorelick, 2017).

Bases Cartográficas

Os dados de limites estaduais, municipais de Angola foram obtidos através do Ministério do Território e Reforma do Estado, que disponibiliza de forma gratuita na área de geociências. Estes dados apresentam informações da pesquisa relativas aos municípios tomados individualmente, incluindo sua classificação de centralidade.

Cálculo do Risco de Fogo Observado

O Risco de Fogo Observado (RF) é calculado com dados meteorológicos observados e a ocorrência de focos. A partir dele são determinados os demais riscos, como o “Risco Previsto” para até três dias com os modelos ETA (SISMANOGLU; SETZER, 2004b) e Global T213, e o “Risco Futuro” semanal para até 4 semanas aplicando o ETA com rodadas mais estendidas (Sismanoglu e Setzer, 2004c). A sequência de cálculos do Risco de Fogo, criada e aprimorada por Setzer (INPE, 2004) desde 1998 está resumida e:

1) Determina diariamente para a área geográfica de abrangência, o valor da precipitação em mm acumulada para onze períodos imediatamente anteriores, de 1, 2, 3, 4, 5, 6 a 10, 11 a 15, 16 a 30, 31 a 60, 61 a 90, e 91 a 120 dias. Os dados pontuais das estações de superfície são “krigados” (interpolados) para toda área, ou são determinados a partir das estimativas do hidroestimador, dependendo da versão utilizada do Risco de Fogo.

2) Calcula os “Factores de Precipitação”, (FP), com valor de 0 a 1, para cada um dos onze períodos, por meio de uma função exponencial empírica da precipitação em milímetros de chuva para cada um deles. As equações são respectivamente:

FP1=exp(-0.14*precip); FP2=exp(-0.07*precip); FP3=exp(-0.04*precip);
 FP4=exp(0.03*precip); FP5=exp(-0.02*precip); FP6a10=exp(-0.01*precip);
 FP11a15=exp(0.008*precip); FP16a30=exp(-0.004*precip);
 FP31a60=exp(-0.002*precip); FP61a90=exp(-0.001*precip), e;
 FP91a120=exp(-0.0007*precip).

3) Calcula os “Dias de Secura”, (S), pela multiplicação dos FP conforme a equação:

$$S = 105 * FP1 * FP2.....FP91a120$$

Nesta equação, uma precipitação de alguns milímetros no dia anterior ao cálculo tem efeito redutor da Secura (S) muito maior que se houvesse ocorrido, por exemplo, 2 semanas antes. Assim, incorpora-se no cálculo o regime anual de precipitação, identificando-se é uma precipitação no período de estiagem ou não.

4) Determina o risco de fogo “básico” (RB) para cada um dos cinco tipos de vegetação considerada, por meio da equação:

$$RB^{n=1,5} = 0.9 [1 + \text{seno} (A_{n=1,5} * PSE)] / 2$$

Tabela 1. Classes de vegetação e constante de reflectancia do sensor.

CLASSE DE VEGETAÇÃO	1	2	3	4	5
Tipo Vegetação	Ombrofila Densa	Ombrofila Aberta	Contato + Campinarana	Estacional + Decídua + Semi-Decidual	Não Floresta
Constante “A”	1.715	2	2.4	3	4

O Risco Básico tem valor máximo 0,9, e aumenta conforme uma curva senoidal ao longo do tempo, tendo sido este o padrão escolhido pois a variação da intensidade e duração da luz solar ao longo do ano também é senoidal e a fenologia da vegetação naturalmente segue o mesmo ritmo.

A Figura 1 a seguir ilustra a variação do Risco Básico utilizando as equações e conceitos acima. Notar que o eixo dos “dias sem chuva” indica tanto um período real de dias sem chuva, como também os “dias de secura”, que correspondem a um período hipotético sem chuva calculado a partir da quantidade e distribuição temporal das chuvas ocorridas. A noção de “dias sem chuva” ou “dias de secura” se constitui no princípio básico deste método.

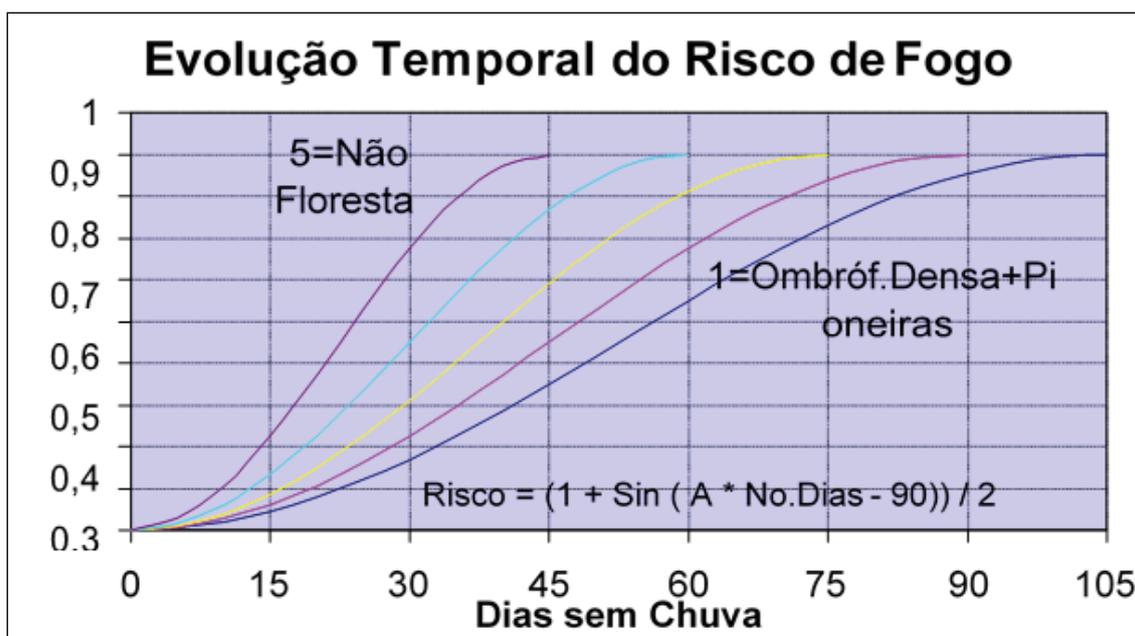


Figura 1. Evolução Temporal do Risco de Fogo, Fonte: INPE/2009.

5) Corrige o risco de fogo para a umidade reactiva mínima do ar. O risco de unidade relativa (RU) aumenta para umidade abaixo de 40% e diminui para valores acima desta referência. Usa-se os dados de umidade das observações das 18h UTC, supostamente seu mínimo. A equação de ajuste linear é:

$$RU = RB * (- 0.006 * UR_{\min} + 1.3)$$

6) Corrige o risco de fogo para a temperatura máxima do ar. O risco de temperatura (RT) aumenta para temperaturas acima de 30° C e diminui para valores abaixo desta referência. Usam-se os dados de umidade das observações das 18h UTC, supostamente seu máximo. A equação de ajuste linear é:

$$RT = RU * (0.02T_{\max} + 0.4)$$

$$RF = RU$$

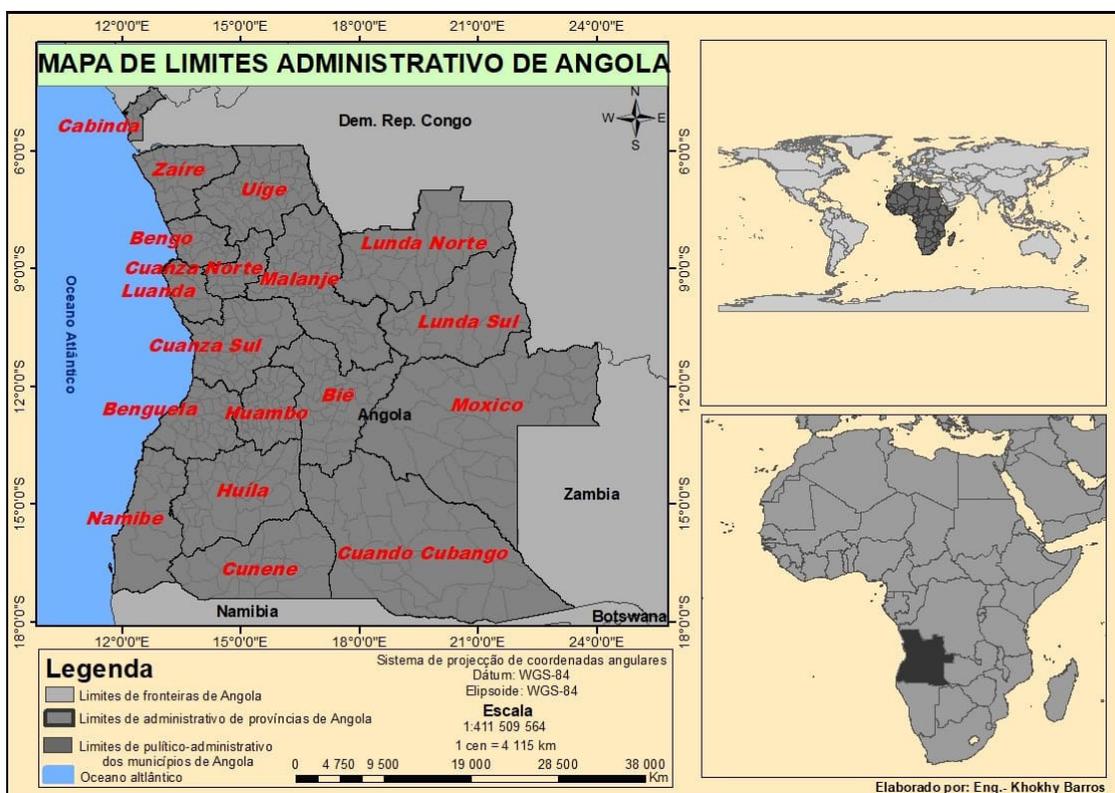
7) **Gera o Risco Observado, RF, atribuindo as seguintes categorias:** Mínimo de 0 a 0,15; Baixo de 0,15 a 0,4; Médio de 0,4 a 0,7; Alto de 0,7 a 0,95,e; Crítico acima de 0,95.

8) **Quando verifica-se que em áreas com RF Mínimo e Baixo ocorre algum foco de queima detectado pelos satélites, altera-se o valor do RF para Alto, isso é, uma célula de < 0.4 por 0.9.**

A seguir são apresentados alguns resultados do estudo de caso que avaliou o RF em conjunto com os respectivos focos NOAA-12 ocorridos no período de estiagem de 2019, testando 3 versões anteriores à actual. Risco básico tem valor máximo 0,9, e aumenta conforme uma curva senoidal ao longo do tempo, tendo sido este o padrão escolhido pois a variação da intensidade e duração da luz solar ao longo do ano também é senoidal e a fenologia da vegetação naturalmente segue o mesmo ritmo.

Resultados e discussões

A área em estudo está localizada na costa do Atlântico Sul da África Ocidental, entre as coordenadas Geográficas 12°00'00"E, 24°00'00"E e 04°00'00"S, 18°00'00"S. Sua área tal é de 1.246.700 km², Angola situa-se entre a Namíbia e o Congo. Também faz fronteira com a República Democrática do Congo e a Zâmbia, a oriente.

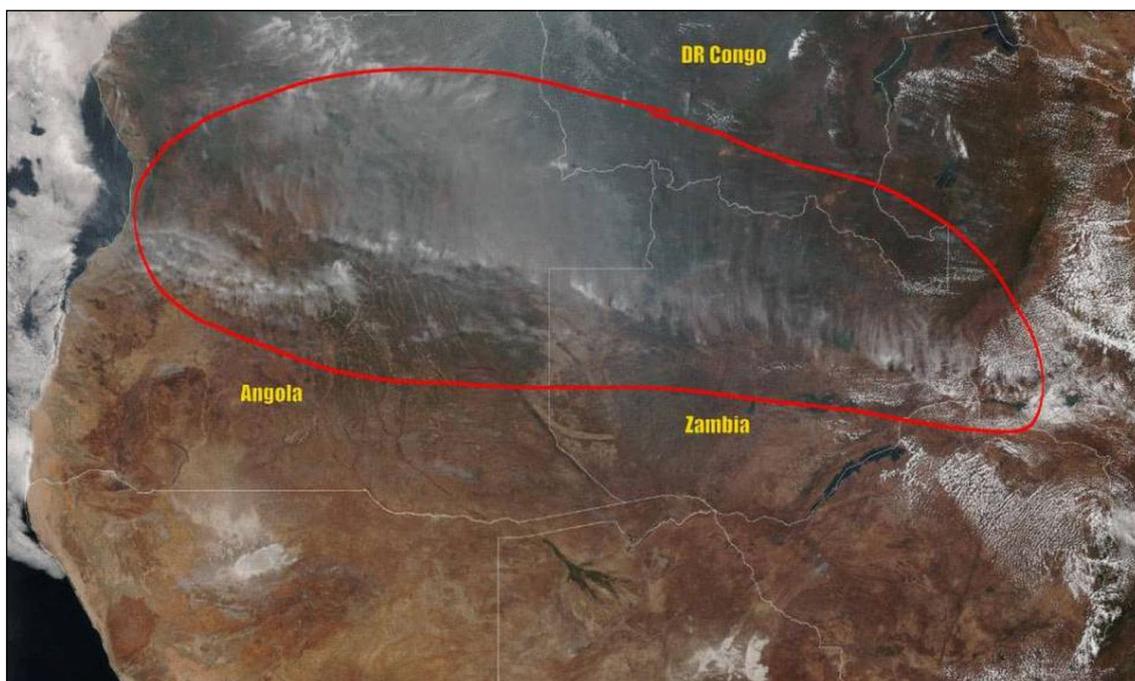


Fonte: Os autores/2020.

Figura 2. Mapa de localização da área de estudo,

O país está dividido entre uma faixa costeira árida, que se estende desde a Namíbia até Luanda, um planalto interior húmido, uma savana seca no interior sul e sudeste, e floresta tropical no norte e em Cabinda. O rio Zambeze e vários afluentes do rio Congo têm as suas nascentes em Angola. A faixa costeira é temperada pela corrente fria de Benguela. Existe uma estação das chuvas curta, que vai de Fevereiro a Abril. Os verões são quentes e secos, os invernos são temperados. As terras altas do interior têm um clima suave com uma estação das chuvas de Novembro a Abril, seguida por uma estação seca, mais fria, de Maio a Outubro. As altitudes variam, em geral, entre os 1.000 e os 2.000 metros. As regiões do norte e Cabinda têm chuvas ao longo de quase todo o ano.

Em plena agitação mundial pelos incêndios na bacia do Amazonas, uma imagem de satélite divulgada há alguns dias pela NASA e analisada pela Weather Source revelou que na África Central havia mais incêndios do que no Brasil. Somente em Angola e no sul da República Democrática do Congo (RDC) havia mais de 10.000 fogos activos, contra os 2.127 do país sul-americano. De acordo com os especialistas, entretanto, não são fenômenos comparáveis. A maior parte dos incêndios na África, e isso acontece todos os anos, se deve a técnicas agrícolas ancestrais usadas pelo homem em actividades agrícolas e pastorais, são controlados e não afetam grandes massas florestais e sim pastos e terras de cultivo.

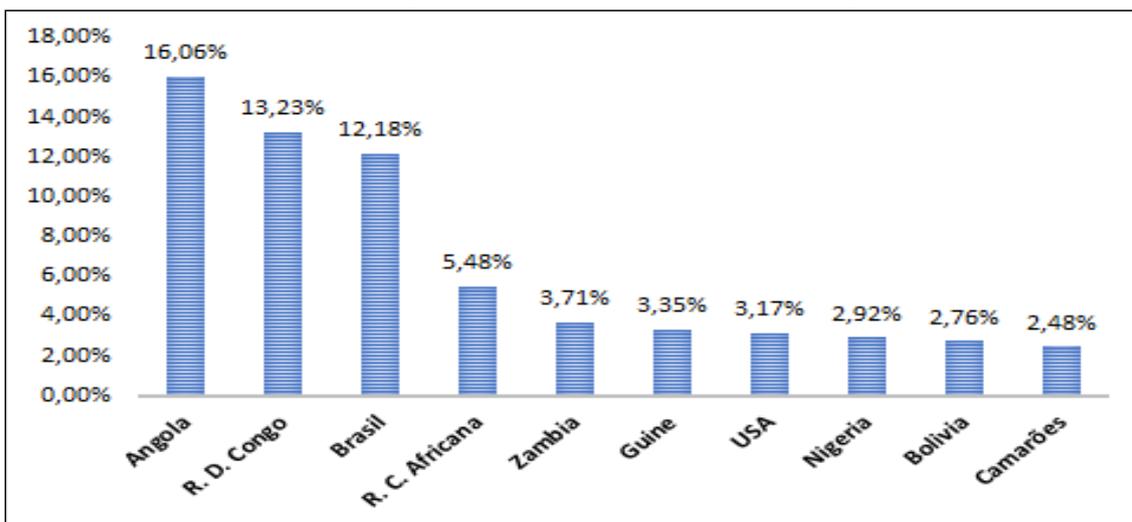


Fonte: NASA/ REUTERS.

Figura 3. Imagem de satélite mostra o fogo que cruza por Angola, Zâmbia e o Congo, em 25 de agosto.

A imagem do satélite mostra que além de Angola e a RDC, Zâmbia, Moçambique e Madagascar também sofrem o mesmo fenômeno. A estimativa, entretanto, é que nove de cada dez incêndios na África não causam grandes danos, e sim mais benefícios à comunidade. Tosi Mpanu Mpanu, negociador congolês nas conferências sobre o clima das Nações Unidas, diz que “na Amazônia a floresta queima principalmente pela seca e a mudança climática. Mas na África Central isso se deve essencialmente a técnicas agrícolas”.

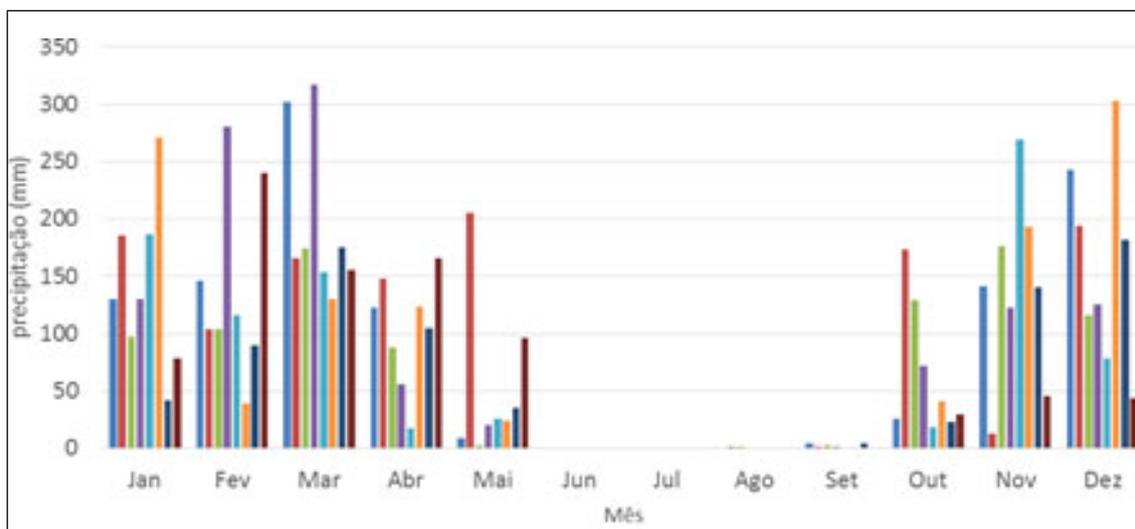
Gráfico 1. Nível de países com maior índice de foco de queimadas.



Fonte: INPE/2020.

De acordo com os estudos mais recentes, todos os anos é queimada de 3% a 4% da superfície terrestre do Planeta. E ainda que a tendência seja decrescente na África (300 milhões de hectares queimados em 2016 contra 340 milhões em 2003), se trata de um dos continentes mais afetados. 10% dos incêndios, calcula-se, fogem do controle e são responsáveis por 90% da superfície que queima como podem ser ilustrados no gráfico acima, em maior parte dos países que constam nesta lista de topo 10 dos países que mais queimam no mundo são Africanos, em que Angola situa-se na primeira posição com 16,02%. Por si só esses factores também são os que causam a perda de vidas, danos materiais e impacto ambiental. São incontrolláveis até a mudança do clima e das condições do combustível que os faz arder. Em muitos países da África a capacidade de manejo dos incêndios não está bem desenvolvida.

Os valores da precipitação média anual de Angola entre os anos de 2009 a 2019. Percebe-se que os anos com menor precipitação foram 2014-2015, 2018-2019, destes apenas 2019, foi abaixo da média anual registrada para o município que varia de 800 a 1000 mm.



Fonte: INPE/2019.

Figura 4. Precipitação mensal em Parnaguá-PI, entre os anos de 2009 a 2019.

Percebe-se uma relação entre focos de queimadas e precipitação, ou seja, quanto maior a precipitação menor a quantidade de focos de queimadas e vice-versa. Em 2009-2010 a quantidade de precipitação foi alta logo o número de focos de queimadas foi baixo, já em 2014 a precipitação foi baixa e o número de focos de queimada aumentou. A relação continua durante os anos seguintes, porém em 2015 houve um caso atípico, onde teve aumento da precipitação em comparação ao ano de 2010.

A elaboração de um mapa de densidade *kernel* de Angola demonstra a distribuição dos focos de queimadas em todo o país. A pesquisa foi feita em três períodos entre os anos de 2009-2010, 2014-2015 e 2018-2019, com o intuito de averiguar a actual situação, além de lançar um plano de acção que reduza queimadas e retirada de madeira de modo não sustentável.



Fonte: GeoAmbiente Angola/2019.

Figura 5. Algumas Zonas de queimas localizadas em Angola.

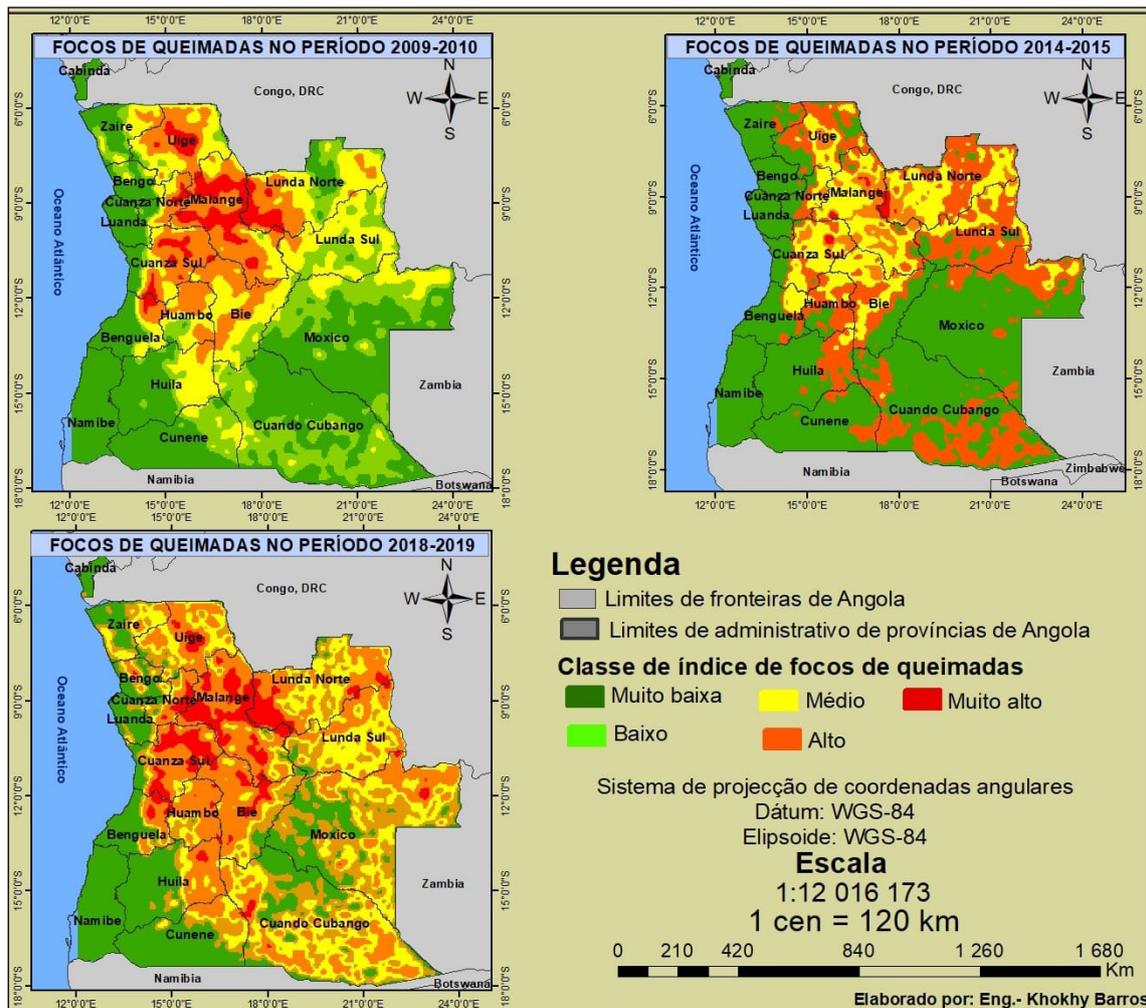


Figura 6. Mapa de classes de índice de foco de queimadas da República de Angola nos períodos dos anos de 2009-2010, 2014-2015 e 2018-2019.

A Figura 5, apresenta elementos de comparação dos anos com maior densidade de focos de queimadas, percebe-se que todos estão geograficamente localizados em regiões próximas umas das outras, com excepção do período de 2009-2010. O número elevado de focos de queimadas foi influenciado principalmente por a baixa precipitação na parte centro e leste do país, porém houve grande contribuição de acções antrópicas. Nos períodos dos anos de 2014-2014, percebeu uma redução na precipitação na parte das regiões centro e leste, sendo registrado valores abaixo da média, o que contribuiu com o aumento dos focos de queimadas registado nos anos de 2018 e 2019.

No contexto local, as queimadas destroem a fauna e flora, empobrecem o solo, reduzem a penetração de água no subsolo, e em muitos casos causam mortes, acidentes e perda de propriedades. No âmbito regional, causam poluição atmosférica com prejuízos à saúde de milhões de pessoas e à aviação e transportes; elas também alteram, ou mesmo destroem ecossistemas. E possível

observar que maior parte deste fenómeno acontece principalmente nos meses após o período da época seca em Angola como mostra a Figura 7 a seguir.

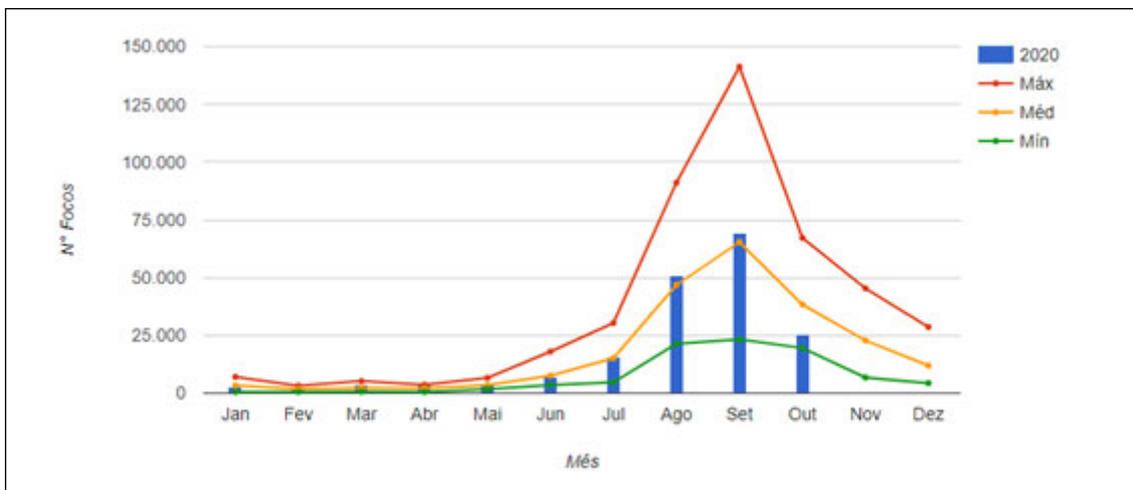


Figura 7. Representação dos meses com índices de fases de ocorrência de queimadas em Angola.

A Figura 7 ilustra as fases dos meses que tem mas impacto com os focos de queimadas, onde pode-se observar que os meses de Agosto, Setembro e Outubro, são os que mas se descartam ao longo do estudo, de realçar que as queimadas são associadas com modificações da composição química da atmosfera, e mesmo do clima do planeta, É também importante lembrar que as queimadas são parte integrante e necessária de alguns ecossistemas onde ocorrem naturalmente devido a raios, como no Cuanza, mas apenas umas duas vezes por década nas estações de transição, e não tão frequentemente e no período de estiagem como se constata.

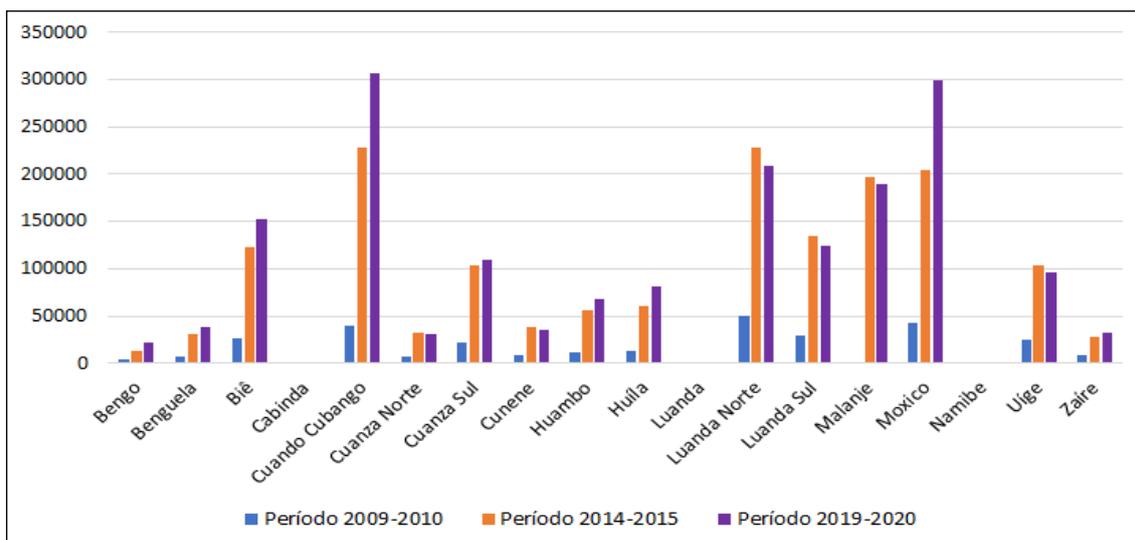


Figura 8. Representação dos índices de foco de queimadas de ocorridos nas províncias de Angola.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Espacial, como nos exhibe na figura acima, que representa as províncias de Angola em que podasse notar os grandes níveis de focos de queimadas registados em que os números são tão altos que nos mete todos em reflexão sobre o assunto, bem como o período em que este fenómeno tem maior destaque na nossa pesquisa.

Conclusões

Os resultados apresentados para este trabalho consideram que o condicionante para o aumento de focos de queimadas foi à precipitação. Os mapas de densidade *kernel* foram representativos quanto à qualidade dos dados, apresentando a distribuição espacial de maneira fidedigna ao mostrado pelos focos de queimadas. Cabe ressaltar que a densidade muito alta na parte do centro e leste do país, mais propriamente nas províncias de Cuando Cubango, Moxico, Malanje, Bié e as Lundas Norte e Sul são as que apresentam maior preocupação por terem índices muito alto de focos de queimadas, e montou-se que a medida que os anos vão passando mas focos de queimadas estão aparecer fruto da baixa grade quantidade de massa de ar de precipitação que esta ocorrer ao longo de todo o planeta terra, por isto, deve-se levar em consideração todo o trabalho do género de modo a criar-se medidas de controle e prevenção de incêndios.

Referências

- BARBOSA, A. de S. **Empresariado fabril e desenvolvimento econômico: empreendedores, ideologia e capital na indústria do calçado**. São Paulo: HUCITEC, 2006.
- COUTINHO, L. M. **Contribuição ao Conhecimento do papel Ecológico das Queimadas na Floração de Especies do Cerrado**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Tese de Livre-Docência. 1976
- COUTINHO, L. M. As Queimadas e seu papel Ecológico, **Revista Brasil Florestal**, ano X, n 44, p. 7-23. 1990.
- COUTINHO, L. M. O Cerrado e a Ecologia do fogo. **Revista Ciências Hoje**. 12 (68), p. 22-33. 1990.
- Fonseca, M. & Guerrero, C. Una nueva propuesta para la educación en medios. **Cuadernos de Información**, nº 20: 87-97. 2007.
- FUNK, C; PETERSON, P; LANDSFELD, M; PEDREROS, D; VERDIN, J; SHUKLA, S; MICHAELSEN, J. The climate GORELICK, N; HANCHER, M; DIXON, M; ILYUSHCHENKO, S; THAU, D; MOORE, R. **Google Earth Engine Planetary-scale geospatial analysis for everyone**. 2017. DOI:<<http://dx.doi.org/>

org/10.1016/j.rse.2017.06.031>. Acesso em: 11 mar. 2019.

GRANEMANN, D. C. & CARNEIRO, G.L. Monitoramento de fogos de incêndios e áreas de queimadas com a utilização de imagens de sensoriamento remoto.

Revista de engenharia e tecnologia. 2009.

Hazards infrared precipitation with stations a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v.2, 2015. <<http://dx.doi.org/10.15780/G2RP4Q>>. Acesso em: 11 mar. 2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes#p1>>. Acesso em: 02 mar. 2019.

JESUS, B. H. et al. Inserção no mercado de trabalho: trajetória de egressos de um curso de graduação em enfermagem. **Revista Escola Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 336-345, jun. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ean/a/Z66jQTrBKjpLYGKDPp73LJ/?lang=pt>>. Acesso em: 2 mar. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Amazônia: **Componente Projeto Alternativas ao Desmatamento e às Queimadas**, 2019. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/824-amaz%C3%B4nia>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Amazônia: **Componente Projeto Alternativas ao Desmatamento e às Queimadas**, 2019. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/824-amaz%C3%B4nia>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

Piromal RAS, Rivera-Lombardi RJ, Shimabukuro YE, Formaggio AR, Krug T. Utilização de dados MODIS para a detecção de queimadas na Amazônia. **Acta Amazonica**. 2008;38(1):77-84.

SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; MIRANDA, G. V.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15n) na planta. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 34, p. 1185-1194, 2011.

SILVA, J. M. & BATES, J. M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. **Bioscience** 52: 225-233.

Sismanoglu, R.A. e Setzer, A.W. Risco de Fogo para a vegetação da América do Sul: Comparação de duas versões para 2003. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 13, 2004, Fortaleza, CE, Anais. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004. (Submetido).