



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE PLANALTINA

IGOR LOUREIRO DUARTE

**ANÁLISE DO NÚMERO DE FOCOS DE CALOR, PRECIPITAÇÃO
PLUVIOMÉTRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR E INCIDÊNCIA DE RAIOS NO
DISTRITO FEDERAL ENTRE 2005-2015**

PLANALTINA – DF

2016

IGOR LOUREIRO DUARTE

**ANÁLISE DO NÚMERO DE FOCOS DE CALOR, PRECIPITAÇÃO
PLUVIOMÉTRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR E INCIDÊNCIA DE RAIOS NO
DISTRITO FEDERAL ENTRE 2005-2015**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Tamiel Khan Baiocchi Jacobson

Planaltina – DF

2016

Duarte, Igor

Análise do Número de Focos de Calor, Precipitação Pluviométrica, Umidade Relativa do Ar e Incidência de Raios no Distrito Federal entre 2005-2015./ Igor Duarte. Planaltina – DF, 2016. 47 f.

Monografia - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Tamiel Khan Baiocchi Jacobson

1.Cerrado 2.Focos de Calor 3.Incidência de Raios.I.Duarte,Igor.

IGOR LOUREIRO DUARTE

**ANÁLISE DO NÚMERO DE FOCOS DE CALOR, PRECIPITAÇÃO
PLUVIOMÉTRICA, UMIDADE RELATIVA DO AR E INCIDÊNCIA DE RAIOS NO
CERRADO ENTRE 2005-2015**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 27 de 06 de 2016.

Dr. Tamiel Khan Baiocchi Jacobson

Dr. José Vicente Elias Bernardi

Dra. Katia Cury

Dedico este artigo a minha família, namorada, amigos e professores que durante toda minha caminhada acadêmica e de vida, sempre estiveram comigo. Especialmente meus pais Wallace e Schênia Duarte, minha irmã Thaís Loureiro Duarte, e meus Avós João Sisínio Correia Loureiro, Maria de Jesus Mota Loureiro, José do Nascimento Duarte e Leda Gadelha Duarte.

Agradecimento

Agradeço a **DEUS**, pois sei que tudo é graça e sem Deus eu não seria nada. Agradeço por garantir a minha saúde e todas as condições para que eu pudesse concluir mais essa etapa da minha vida.

Agradeço ao Professor Tamiel Khan Baiocchi Jacobson e ao Tenente Coronel Alessandro Mariano, pela orientação, apoio, dedicação e paciência com o trabalho. Foi uma honra e um prazer poder trabalhar e aprender com vocês.

A minha amada família, meus pais Wallace e Schênia Duarte e querida irmã Thaís Loureiro Duarte que em todos os momentos da minha vida estiveram presentes, me ensinando e formando com exemplos e atitudes o homem que sou hoje. Além de todo cuidado, amor e carinho provido desde o meu nascimento até os dias de hoje.

Aos meus avós, João Sisínio Correia Loureiro, Maria de Jesus Mota Loureiro, José do Nascimento Duarte e Leda Gadelha Duarte por todo amor, carinho e suporte que me foi dado na minha caminhada de vida.

A minha namorada e futura esposa, Luiza Almeida Zago, pelo carinho e amor demonstrado, pela paciência e compreensão dedicada a mim e pela importância que tem na minha vida. Eu te amo muito.

Aos meus padrinhos Marco Aurélio Mota Loureiro e Juliana Mota Loureiro, tios e primos que compõem essa estrutura familiar que tanto prezo e fazem parte do que sou hoje.

Aos meus amigos que são irmãos, Igor Haddich, Hugo e Henrique Mota, João Victor Machado, Yuri Magno, Auíris Silva e Vinicius Costa Turra. Obrigado pela parceria e irmandade sempre.

As minhas amigas, Larissa Castro e Thamara Lustosa. A caminhada na UnB teria sido muito mais difícil se não fosse por vocês.

Resumo

O fogo é algo muito comum no Cerrado e a sua incidência natural se constitui fator importante para a formação da flora típica da região (fitofisionomia). Entretanto, alterações na frequência e na intensidade das queimadas, acarretam consequências prejudiciais ao bioma. Essas alterações de origem antrópica estão relacionadas à inserção de espécies vegetais invasoras, ao uso incorreto do fogo para atividades agrícolas e a falta de educação ambiental da população. Este trabalho investigou a ocorrência de queimadas mensais e anuais na região do Distrito Federal, no período de janeiro de 2005 a Dezembro de 2015, bem como a sua relação com fatores naturais como a precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar e a incidência de raios. Os dados coletados sobre as variáveis acima mencionadas foram analisados individualmente, relacionados em regressões lineares e correlacionados por meio de cálculos estatísticos. Após a análise dos resultados, constatou-se que 97,5% de todos os focos de calor ocorreram entre os meses de maio a outubro, período que coincide com o início e o fim da estiagem. Nesse mesmo período, foram registrados os valores máximos dos focos de calor e os índices mínimos para a precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar e a incidência de raios. Assim, os cálculos estatísticos evidenciaram que a correlação entre os raios e os focos de calor foi de apenas -0,54 e que a significância entre os dados correlacionados (valor p) foi estabelecida em 0,0011. Isto comprova a alta significância da correlação e diminui as chances da interpretação de que os raios sejam o fator natural de ignição causador das queimadas durante o período de estiagem — sugerindo que as ações de queimada na região tiveram origem antrópica. A pesquisa também constatou que os focos de calor mantiveram maior correlação com os dados de umidade relativa do ar quando o coeficiente de correlação registra -0,84 e um “valor p” de 0,0009, indicando que ocorrem mais focos de calor nos períodos de menor umidade do ar — momento em que a vegetação, por se encontrar muito seca, forma muito combustível e favorece ações antrópicas de ignição de queimadas.

Abstract

The fire is very common in the Cerrado and its natural incidence is an important factor for the formation of the typical flora (vegetation type). However, changes in the frequency and intensity of fires, carry harmful consequences to the biome. These anthropogenic changes are related to the insertion of invasive plant species, the incorrect use of fire for agricultural activities and the lack of environmental education of the population. This study investigated the occurrence of monthly and annual burning in the region of the Distrito Federal, from January 2005 to December 2015, and its relationship to natural factors such as precipitation, relative air humidity and the incidence of rays . The data collected on the above mentioned variables were analyzed individually, related in linear regressions and correlated by statistical calculations. After analyzing the results, it was found that 97.5% of all hot spots occurred in the months of May to October, a period that coincides with the beginning and end of the dry season. In the same period, the maximum values were recorded from sources of heat and minimum rates for rainfall, the relative humidity and the incidence of rays. Thus, the statistical calculations showed that the correlation between the rays and heat was only -0.54 foci and the significance between the correlated data (p value) was set at 0.0011. This proves the high significance of the correlation and decreases the chances of interpretation that the rays are the natural factor of causing ignition of fires during the dry period - suggesting that burned actions in the region had anthropic origin. The survey also found that hot spots remained higher correlation with data on relative humidity of the air when the correlation coefficient -0.84 records and a "p value" of 0.0009, indicating that occur more hot spots in the periods lower humidity -moment in the vegetation, because he is very dry, very fuel form and favors anthropogenic ignition of fires.

Sumário

1	Introdução.....	10
.2	Materiais e métodos.....	14
 2.1.	Área de estudo.....	14
 2.2	Coleta dos dados.....	14
 2.3	Tratamento dos dados.....	15
3	Resultados.....	17
4	Discussão.....	40
5	Conclusão.....	43
6.	Referências.....	44

1 Introdução

Estudos sobre o fenômeno do fogo como fator importante para a formação vegetal em ambientes naturais destacam o vínculo que se estabelece entre o homem e a terra quando aquele atua para a preservação ambiental ou utiliza o fogo para o manejo de alguma cultura agrícola (Alho e Martins 1995)

O bioma Cerrado é um complexo vegetacional que se enquadra no bioma das savanas mundiais que englobam outros biomas de estruturas parecidas, em outras localidades da América do sul, além da África, Ásia e Austrália. Caracteriza-se por ser um mosaico de fitofisionomias que vão desde formações campestres, até formações savânicas e florestais (Ribeiro e Walter 2008).

O solo característico desse bioma é pobre em nutrientes, possui alta diversidade de espécies em sua fauna e flora. Desde 1994 é considerado hot spot de diversidade e endemismo (Myers et al., 2000). O bioma está localizado em regiões de clima estacional, com estação seca bem definida entre abril e outubro, intercalado por um período chuvoso durante novembro a março. A precipitação média anual se aproxima de 1700 mm e as temperaturas médias variam entre os 22°C a 28°C (Oliveira & Ratter 2002).

O fenômeno do fogo, em comunhão com a sazonalidade das chuvas no Cerrado é, de fato, um importante formador desse bioma, especialmente no balanço entre extrato arbóreo e herbáceo (Scholes e Archer, 1997).

A fauna e a flora do Cerrado são adaptadas para um regime de incêndios recorrentes em determinadas épocas do ano. Entretanto, alterações no regime natural de queima tem consequências gravíssimas na resposta e a resiliência do bioma ao pós fogo (Ramos-Neto e Pivello 2000; Miranda et al.,2004)

Há registro de queimadas no Cerrado há mais de 32.000 AP (antes do presente), fato que comprova a dependência e a relação positiva entre o bioma com o evento de queima (Salgado-Labouriau e Ferraz-Vicentini 1994).

Suspeita-se que a partir de 11.000 AP, começou a haver uma relação entre as queimadas e os habitantes da região, que eram caçadores-coletores e viviam em pequenos grupos nômades, que faziam uso do fogo e de abrigos naturais, confirmando a coexistência entre as queimadas naturais e as ações antrópicas no Cerrado (Neves e Piló, 2008).

Atualmente, as queimadas têm ocorrido com maior frequência e intensidade durante a estação seca, sendo os responsáveis por esse aumento as práticas antrópicas para limpeza e abertura de extensas áreas para o cultivo de grãos e manejo de pastagens plantadas (Coutinho, 1990)

O fogo no Cerrado pode ocorrer de forma superficial (fogo de superfície, o mais comum), de copa ou subterrâneo. O superficial propaga-se consumindo o extrato rasteiro, como o gramíneo e arbustivo, sua velocidade depende das condições climáticas e da biomassa combustível (Castro e Kauffman, 1998)

Dependendo da quantidade de combustível, é possível que a altura de chama alcance a copa das árvores, e se continuar no dossel, é chamado de incêndio de copa, que se caracteriza por alta intensidade e propagação. Já a queimada subterrânea se propaga na camada de matéria orgânica, são destrutivos e causam a mortalidade de boa parte da vegetação (Medeiros e Miranda, 2008).

A vegetação do Cerrado por possuir extrato rasteiro muito desenvolvido e extrato lenhoso não muito denso, favorece os incêndios de superfície, que dificilmente alcançam a copa das árvores (Kauffman et al., 1994).

Para melhor compreensão do efeito e comportamento do fogo, é preciso entendimento a respeito do combustível consumido durante os eventos de queimada. A biomassa combustível depende diretamente da fitofisionomia, composição de espécies e frequência de queima (Miranda et al., 2002)

No Cerrado, o biocombustível existente varia em relação a cada fitofisionomia existente no bioma. Em formações campestres (campo limpo e campo sujo) o combustível é formado pelo extrato herbáceo e arbustos de pequeno porte. Já em formações savânicas (cerrado sentido restrito), será o extrato rasteiro e as folhas de ramos mais baixas do extrato arbóreo arbustivo, formando, mais comumente, uma

queima superficial, e suas chamas atingem uma média entre 1,2 e 2,9 m (Castro e Kauffman, 1998).

As queimadas no Cerrado são rápidas, podendo atingir a velocidade de $0,6\text{m/s}^{-1}$, mas na maioria das ocorrências a velocidade varia entre $0,2\text{m/s}^{-1}$ a $0,5\text{m/s}^{-1}$, dependendo de algumas variáveis como a época da queima, do período sem chuva, da velocidade do vento, da quantidade e composição do biocombustível (Castro e Kauffman, 1998).

A temperatura máxima do ar durante a queimada nas fitofisionomias do bioma Cerrado, variam entre 85°C e 884°C , e geralmente ocorrem a 60 cm de altura, acima do extrato rasteiro (Sato, 1996).

O fogo também pode influenciar de forma direta na temperatura do solo durante o evento da queimada, situação que eleva a temperatura máxima do solo para 20°C a 1 cm de profundidade e de forma indireta na alteração da vegetação. Os efeitos indiretos são mais persistentes e conseqüentemente podem ter um impacto maior que os de origem direta, pois apesar do aumento da temperatura do solo ter pouco efeito na matéria orgânica e no seu empobrecimento, as queimadas na estação seca apresentam efeitos negativos para o banco de sementes do solo (Castro-Neves, 2000).

Segundo (Ramos-Neto e Pivello 2000) o fator de ignição dos incêndios no Cerrado, são os relâmpagos na estação chuvosa, considerados anteriormente episódios sem importância, mostraram-se muito frequentes e provavelmente representam o padrão de incêndio natural na região. Contudo, depois que os seres humanos vieram a se reunir em grupos sociais, estes tornaram-se a principal causa de incêndios de vegetação, alterando o regime e a frequência natural de queima.

O fenômeno da queimada é uma importante variável de formação do Cerrado, e contribui de forma direta para riqueza de habitats e fitofisionomias encontradas nas savanas globais (Solbrig et al. 1996). Entretanto, alterações drásticas no regime natural afeta de forma negativa a convivência entre a vegetação e o fogo, independentemente da queimada ser um elemento específico e de grande

importância ecológica, pois afeta fatores de adaptação, crescimento e até reprodução de espécies (Whelan 1995).

No bioma Cerrado, as queimadas de origem antrópica, ocorrem na estação seca ou de estiagem, que têm início no mês de maio e se estendem até o mês de novembro. Nessa época do ano, grande parte do extrato herbáceo, gramíneo e lenhoso está com frutos. Portanto, a fonte de propágulos capazes de entrar no banco de sementes e constituir novos indivíduos pode ser bastante reduzida (Munhoz e Felfili, 2005).

Levando em consideração a sazonalidade climática do Cerrado, as características da flora presente e o histórico de fogo, a presença de raios, funciona como fator de ignição para o incêndio natural na totalidade do território do Distrito Federal (Scholes e Archer, 1997 ; Ramos-Neto e Pivello 2000).

Nesse sentido, é importante considerar fatores de origem antrópica que também influenciam no aumento da frequência de queimadas, como a proximidade de regiões urbanas, uso do fogo com fins agrícolas e a inserção de vegetação exótica, mais precisamente, gramíneas, que devido ao tamanho e a características diferentes das nativas do Cerrado, propiciam maior biomassa de combustão, que conseqüentemente afetam a intensidade do fogo (Coutinho 1990; Miranda et al.2010)

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo relacionar os focos de calor presentes no Distrito Federal durante os anos de 2005 a 2015 com a incidência de relâmpagos e sua relação com a ocorrência de eventos de precipitação e umidade relativa do ar, ou seja, a ocorrência de focos de calor relacionada a ocorrência de raios (ou não) fornece uma informação indireta da origem natural ou antrópica da queimada. A presença de focos de calor na ausência de raios é indicativo de que o foco de calor tem, provavelmente, origem antropogênica.

Portanto, a hipótese do trabalho é de que o maior número de focos de calor ocorra de forma diretamente proporcional ao aumento da incidência de raios e da precipitação pluviométrica, mesmo que fatores antrópicos influenciem no regime de queima.

2 Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo do presente trabalho corresponde ao Distrito Federal, localizado no Centro-Oeste do Brasil, que abrange a área de 5.779,999 km² e que apresenta alta quantidade de focos de calor no seu território (IBGE 2016). A vegetação do DF é tipicamente de Cerrado, caracterizada por sua estrutura composta por árvores baixas e tortuosas, isoladas ou agrupadas, sobre contínua superfície de gramíneas, e caracteriza-se por ser um mosaico de vegetação, onde as fitofisionomias se diferem pela relação da porcentagem de ocorrência entre extrato herbáceo e lenhoso (Castro & Kauffman 1998).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, clima quente e úmido, com duas estações definidas (verão chuvoso e inverno seco). O regime de precipitação é bem definido, período chuvoso ocorre entre outubro e março e a seca tem início em maio e estende-se até novembro.

A média anual de precipitação em Brasília é de aproximadamente 1700mm. Durante a seca, a umidade relativa do ar, cai de valores superiores a 70% para 20%, chegando a 12% nos meses de agosto e setembro, valor observado em climas desérticos (INMET 2016)

A temperatura média anual está em torno de 22°C e entre os meses de junho e julho, meses que apresentam as temperaturas mais baixas, a média é de 18°C (INPE 2016).

2.2 Coleta dos dados

Foram utilizados dados geoespaciais disponibilizados por meio da internet em sítios eletrônicos de instituições públicas. Os números de focos de calor entre 2005 e 2015 foram obtidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Os dados relacionados à precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa do ar (%) entre 2005 e 2015 foram adquiridos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A

incidência de eletricidades atmosférica foi fornecida pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica – ELAT/INPE. Os dados de ocorrência de raios são referentes aos anos 2013 – 2015 (três anos).

Os dados de focos de calor foram retirados do histórico do monitoramento diário do INPE, a partir dos satélites NOAA-15, NOAA- 16, NOAA-16n, NOAA-17, NOAA-18, NOAA-18d, NOAA-19 , NOAA-19d, no período entre 2005 e 2015, com geometria de pontos, e disponibilizados em períodos máximos de um ano. Os satélites NOAA, presentes na órbita polar, acerca de 800 km de distância, captam focos de calor com valores próximos de 30 m de extensão por 1 m de largura, ou maior. Entretanto, de acordo com o INPE, frentes de calor inferiores a 30 m, nuvens cobrindo a região do foco e queimadas de pequena duração e imprecisão na localização, entre 1 km a 6 km, podem limitar a detecção (INPE,2016).

2.3 Tratamento dos dados

Os dados referentes aos números de focos de calor entre 2005-2015 foram relacionados aos dados de precipitação mensais e anuais (entre 2005-2015) e de relâmpagos (entre 2012-2015). Após a coleta dos dados, estes foram tabulados, distribuídos e organizados em anos e meses, em planilha eletrônica Excel.

A partir dos dados tabulados, estes foram submetidos a tratamento estatístico para cálculo dos valores máximos, mínimos, médios, desvio padrão e coeficientes de variação (%) para cada variável (focos de calor, precipitação pluviométrica e ocorrência de raios) utilizando o software estatístico PAST versão 2.17c (Hammer et al.,2001). O software estatístico escolhido para os cálculos de correlação de spearman, foi o “R” versão 3.0.0 por ser gratuito e eficiente (Costa, Correia e Souza 2010).

Para a estatística descritiva, os valores dos dados de focos de calor, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e número de raios foram analisados separadamente na totalidade dos 10 anos, entre 2005-2015, com

exceção do número de raios que foi analisado de 2012 a 2015, observando as alterações referentes a cada ano para todas as variáveis.

Foi analisada a relação entre focos de calor através de regressão linear, utilizando o número de focos no eixo Y (variável) e precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e número de raios no eixo X (constantes), no Distrito Federal entre 2005 e 2015, e entre 2012 e 2015 (para número de raios). A ocorrência de raios também foi relacionada às constantes de precipitação, umidade do ar e a variável de focos de calor.

Foi efetuada a análise de correlação de Spearman dos dados dos valores anuais ($\alpha = 0,05$). Os dados foram analisados considerando que as variáveis não apresentam distribuição normal, dispensando-se assim o teste de normalidade, considerando a não “linearidade das variáveis”. Todos os valores anuais foram correlacionados, formando dois gráficos o primeiro sem os valores dos números de raios e o segundo com os números de raios, com o objetivo de melhor quantificar a relação, positiva ou negativa, entre os dados coletados.

3 Resultados

Foi possível inferir dos gráficos de estatísticas descritivas, que os valores de focos de calor, alcançam seus valores mínimos durante os meses de novembro a abril e seus valores máximos de maio a outubro para todos os anos. Já o gráfico de precipitação pluviométrica, umidade do ar e número de raios, reproduzem esse fato de forma inversamente proporcional.

Em 97,5% de todos os focos registrados entre 2005 e 2015, ocorreram durante os meses de maio a outubro, momento em que a máxima de focos de calor foi atingida, enquanto somente 2,5% dos focos ocorreram entre novembro e abril, atingindo os valores mínimos de focos de calor.

Para todos os anos, os resultados obtidos nos gráficos de regressão linear demonstraram que os dados que melhor se relacionaram com os dados de focos de calor, foi de umidade relativa do ar, com um coeficiente de regressão R^2 mínimo de (0,40), máximo de (0,81) e média de 0,65. Seguido de precipitação pluviométrica com um coeficiente de regressão R^2 mínimo de (0,11), máximo de (0,32) e uma média 0,21. Por fim, os dados que menos se relacionaram com focos de calor, foram os de número de raios, com um coeficiente de regressão R^2 mínimo de (0,05), máximo de (0,31) e uma média 0,16.

Os gráficos anuais com os valores totais de focos de calor, registraram a máxima em setembro de 2010 com 1125 focos e os valores mínimos de 0 focos tiveram maior ocorrência nos meses de Janeiro, novembro e dezembro de 2005 a 2014 (Fig 1)

De forma inversamente proporcional aos dados de focos de calor, o que foi observado sobre precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e raios, tem seus valores máximos alcançados nos meses de novembro a abril. Para precipitação pluviométrica a máxima foi de 526,4 mm em outubro de 2006 e mínimo de 0 majoritariamente nos meses de junho julho, agosto e setembro. (Fig 2)

Já com relação à umidade relativa do ar, o valor máximo foi registrado em março de 2005 no total de 82% e o valor mínimo foi registrado em setembro de 2012 com 34% de umidade. (Fig 3)

Números de raios teve sua máxima em novembro de 2015 com 5020 raios e a mínima de 0 raios majoritariamente nos meses de julho e agosto, de 2012 a 2015.(Fig 4)

Dos 8721 focos de calor registrados durante 10 anos no DF, 97,5% ocorreram entre os meses de maio a outubro, tempo que se inicia e termina a estiagem, o que evidencia o fato de que a grande maioria das incidências de queimadas não é natural, o que altera de forma exorbitante o regime de queima e a resistência do bioma aos eventos de fogo (Fig. 1).

Dias (2005) afirma que o limite de aceitação de queimadas como fenômeno natural no Cerrado, deve ser próximo ao que existiam no período dos índios Jê, ou seja, incêndios iniciados por raios durante a estação chuvosa e um mosaico de queimadas prescritas de baixa frequência na estação seca.

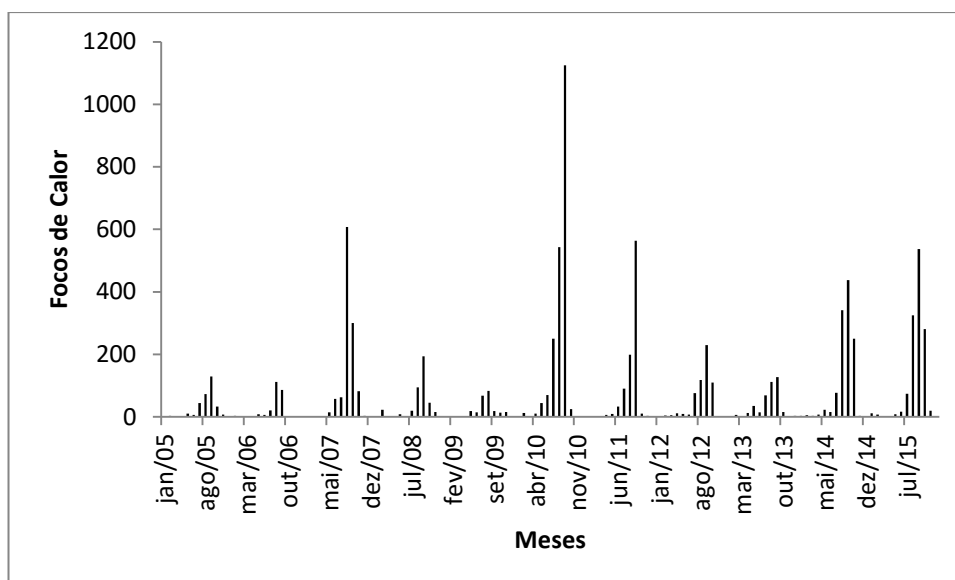


Figura. 1: Valores mensais do número de focos de calor registrados no Distrito Federal no período de janeiro de 2005 a dezembro 2015

Foram registrados nos 132 meses 8721 focos com o valor máximo de 1.125 focos durante o mês de setembro de 2010 e mínimo de 0 focos em diversos meses, com recorrência entre outubro a abril, período de início e término das chuvas. A média mensal de focos de calor para os 10 anos foi de 66 focos, com (DP= 150,7) focos (CV= 228,1 %) valores altos para DP e CV.

Percebe-se que o alto coeficiente de variação (CV) é devido a uma acentuada incidência de focos de calor que em algumas ocasiões chegam a 1000 focos e em outras, não surge nenhum foco de calor

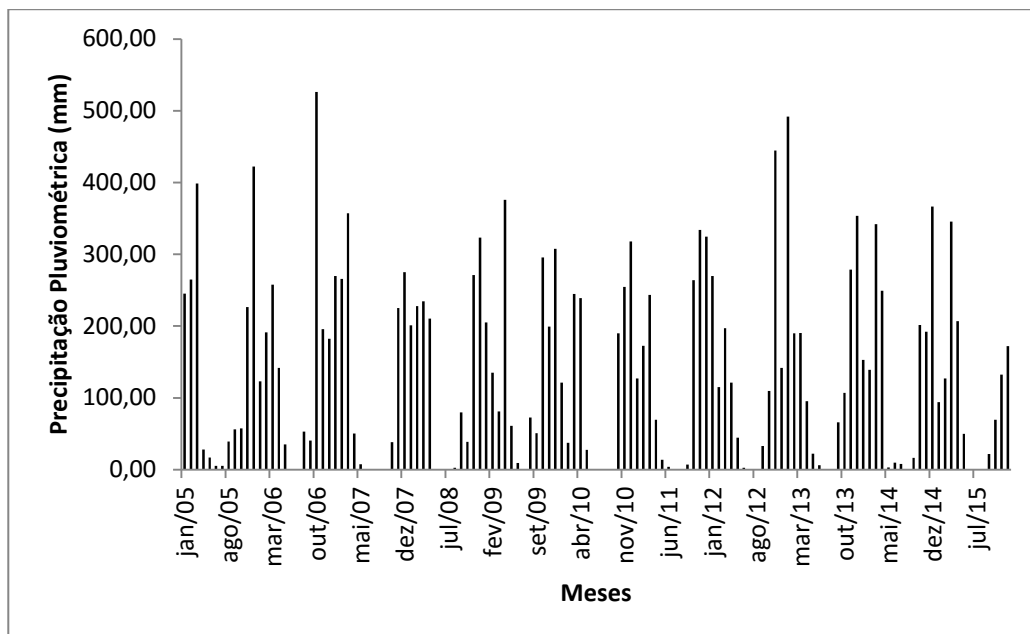


Figura. 2: Valores mensais de precipitação pluviométrica (mm) registrados no período de janeiro de 2005 a dezembro 2015 no Distrito Federal.

Foram registrados nos 132 meses, precipitação máxima de 526,4 mm em outubro de 2006 e precipitação mínima de 0 mm em diversos meses sendo mais frequentes nos meses de junho, julho, agosto e setembro. A média de precipitação mensal para os 10 anos foi de 132,9 mm, com desvio padrão (DP de 130,4 mm) e coeficiente de variação (CV de 98,1%)

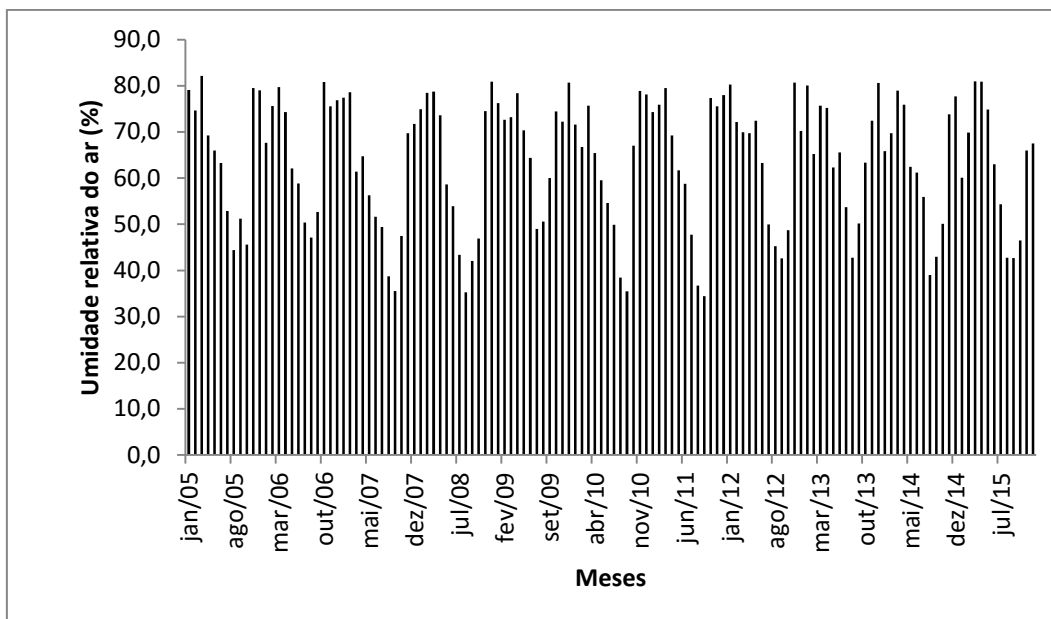


Figura. 3: Valores mensais de umidade do ar (%) registrados no período de janeiro de 2005 a dezembro 2015.

Foram registrados nos 132 meses de análise, o valor máximo de umidade do ar foi 82% durante o mês de março de 2005 e mínimo observado foi de 34% em setembro de 2011 (Fig. 3). A média de umidade foi de 63,8% para os dez anos monitorados, com (DP= 13,6) e (CV= 21,3%).

A baixa variação do CV demonstra o padrão de variação seguido durante os dez anos monitorados. A umidade do ar mantém a normalidade dos seus valores.

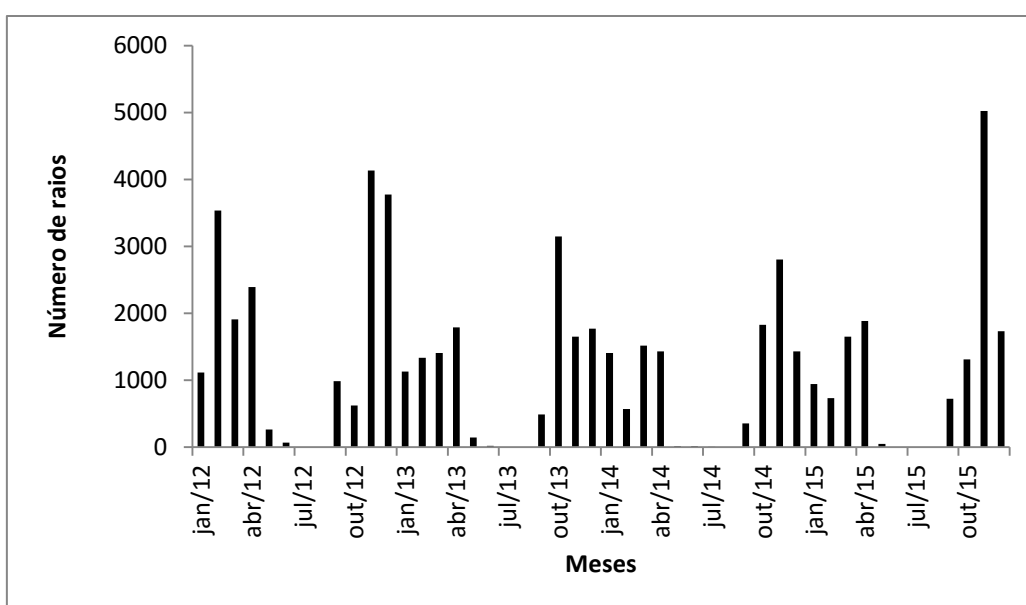


Figura. 4: Valores mensais de números de raios registrados no DF no período de janeiro de 2012 a dezembro 2015.

O valor máximo de número de raios mensais (n=48) foi 5.020 durante o mês de novembro de 2015, e mínimo de 0 em sua maioria, nos meses de julho a agosto, dentro do período seco. A média de raios foi de 1.189, o (DP= 1.223), e (CV= 103 %).

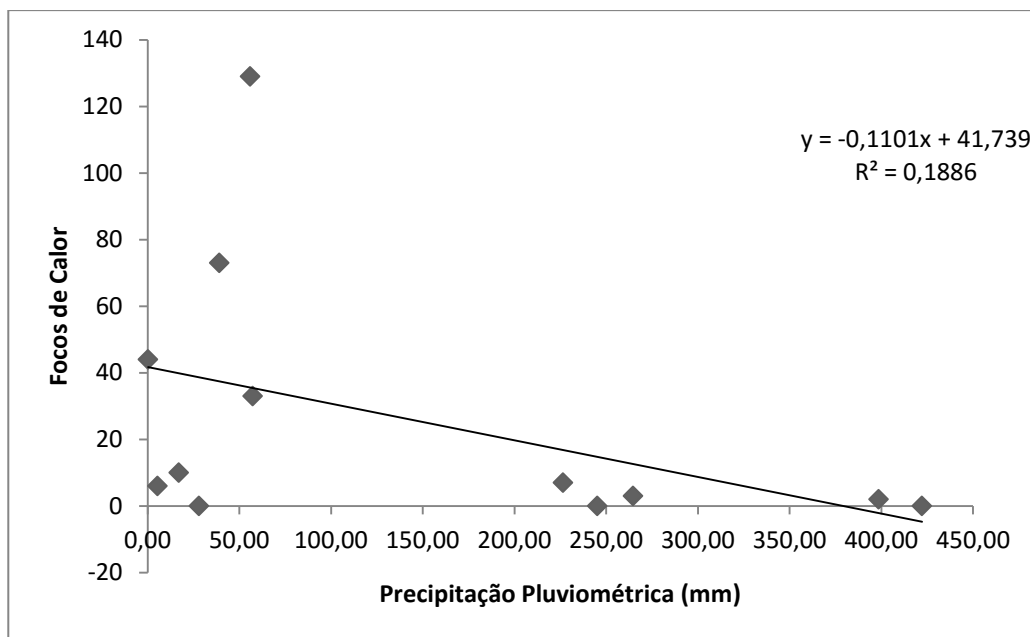


Figura. 5: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2005 no Distrito Federal

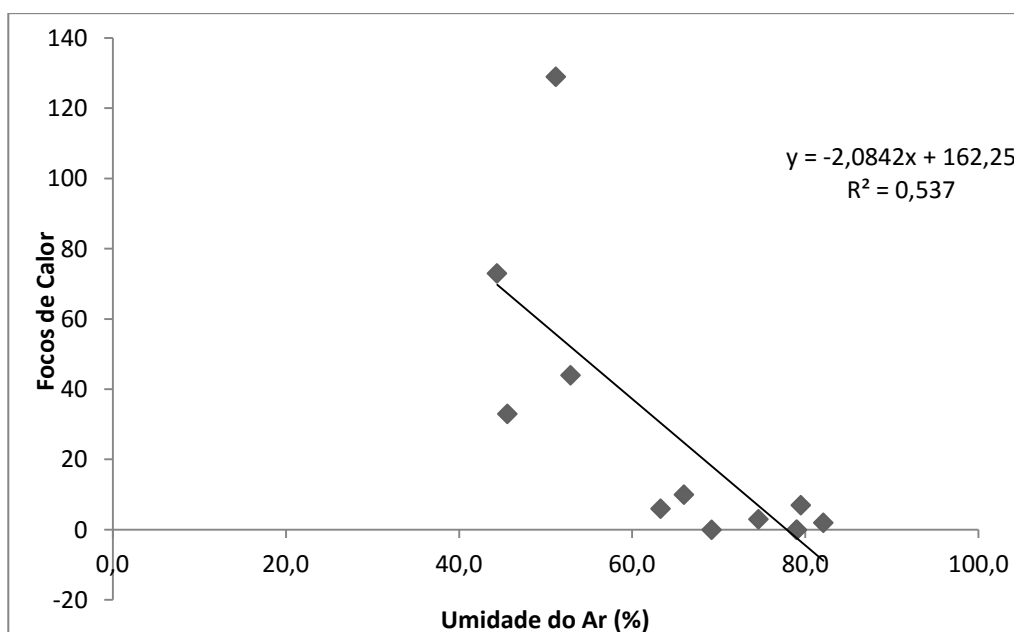


Figura. 6: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2005 no Distrito Federal.

No ano de 2005 dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica e umidade do ar. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,18) para precipitação pluviométrica e (R^2 0,53) para umidade do ar, fica evidente que a umidade se correlaciona melhor com a variável de focos de calor.

Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima. Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 129 em setembro para 0 em dezembro no ano de 2005.

Já durante os meses de maio a novembro de 2005, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 307 focos registrados no ano de 2005, 98,3% ocorreram nos meses de maio a novembro.

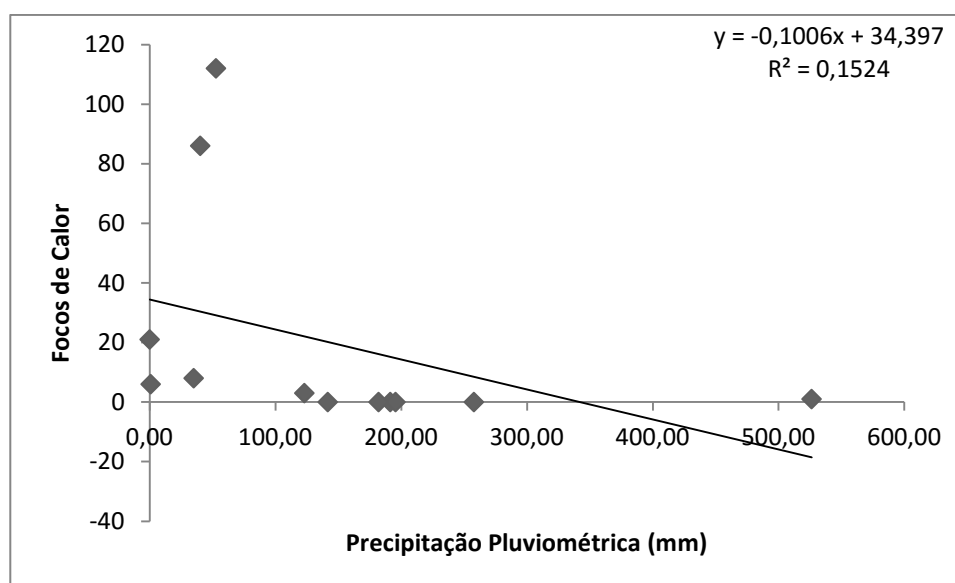


Figura. 7: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2006 no Distrito Federal

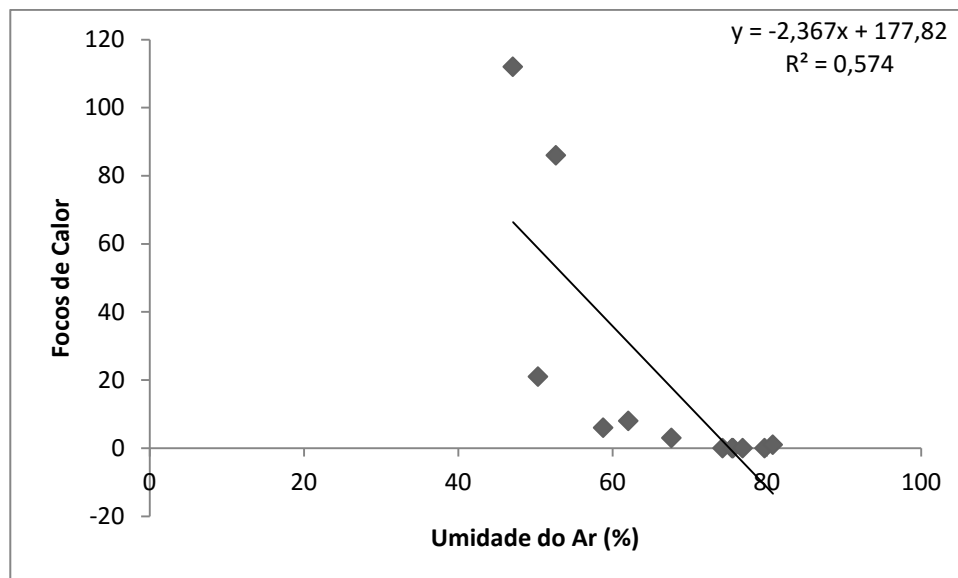


Figura. 8: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2006 no Distrito Federal.

No ano de 2006 dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica e umidade do ar. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,15) para precipitação pluviométrica e (R^2 de 0,57) para umidade do ar, fica evidente que a umidade se correlaciona melhor com a variável de focos de calor.

Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima. Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 112 em agosto para 0 em novembro no ano de 2006.

Já durante os meses de maio a novembro de 2006, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 237 focos registrados no ano de 2006, 98,7% ocorreram nos meses de maio a novembro.

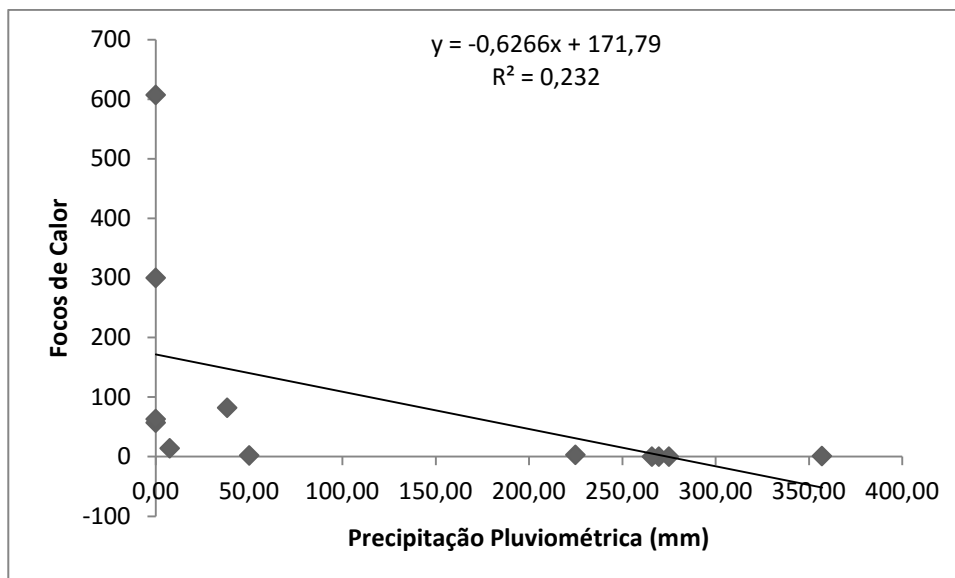


Figura. 9: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2007 no Distrito Federal.

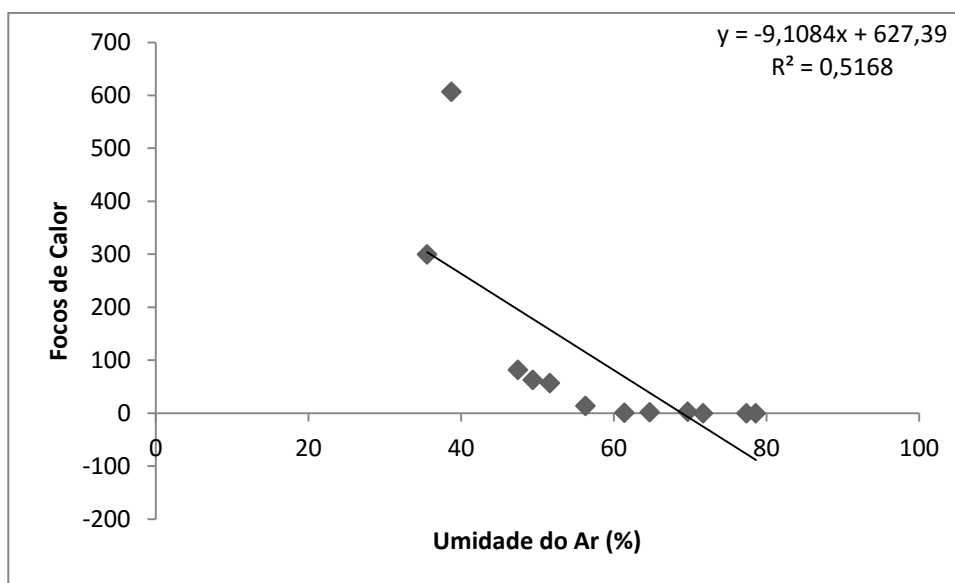


Figura. 10: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2007 no Distrito Federal..

No ano de 2007 dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica e umidade do ar. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,23) para precipitação pluviométrica e (R^2 de 0,51) para umidade do ar, fica evidente que a umidade se correlaciona melhor com a variável de focos de calor.

Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima. Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 607 em agosto para 0 em dezembro no ano de 2007.

Já durante os meses de maio a novembro de 2007, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 1129 focos registrados no ano de 2007, 99,7% ocorreram nos meses de maio a novembro.

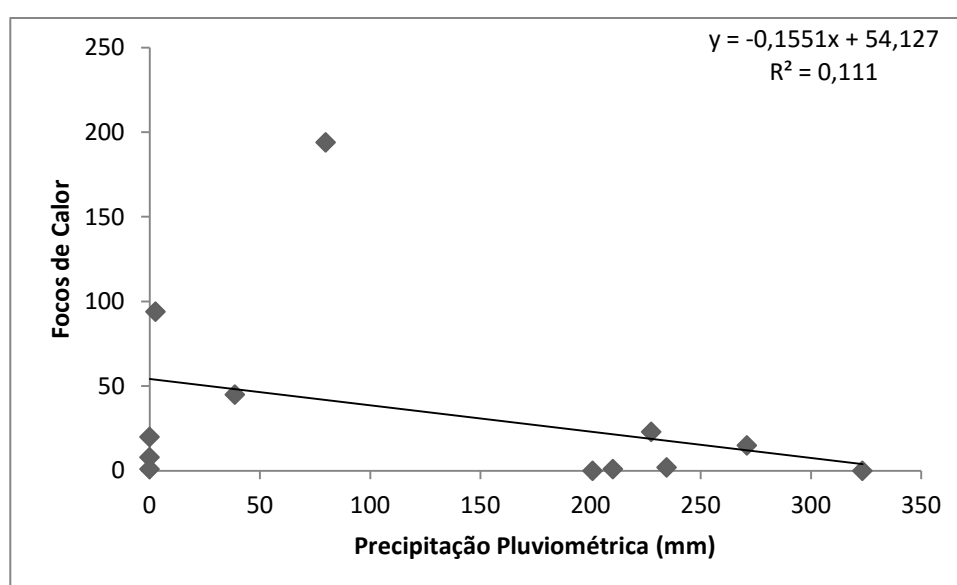


Figura. 11: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2008 no Distrito Federal

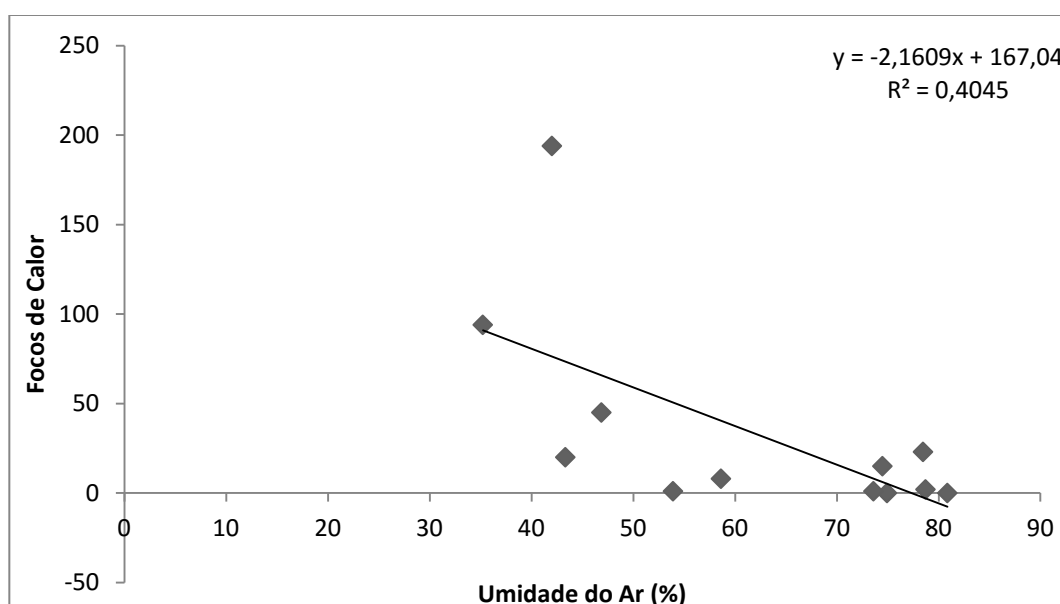


Figura. 12: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2008 no Distrito Federal..

No ano de 2008 dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica e umidade do ar. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,11) para precipitação pluviométrica e (R^2 de 0,40) para umidade do ar, fica evidente que a umidade se correlaciona melhor com a variável de focos de calor.

Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima. Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 194 em setembro para 0 em dezembro no ano de 2008.

Já durante os meses de maio a novembro de 2008, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 403 focos registrados no ano de 2008, 93,5% ocorreram nos meses de maio a novembro.

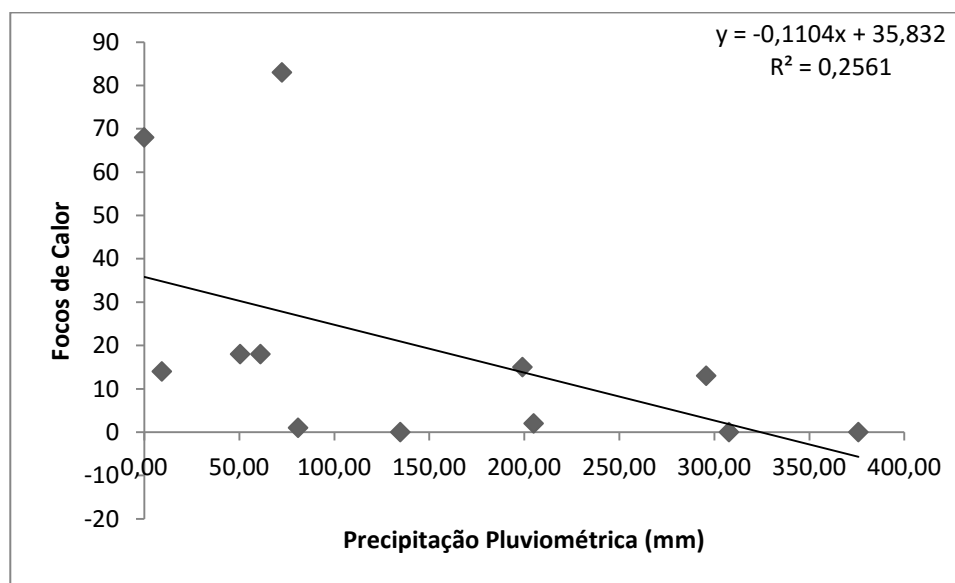


Figura. 13 Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2009 no Distrito Federal.

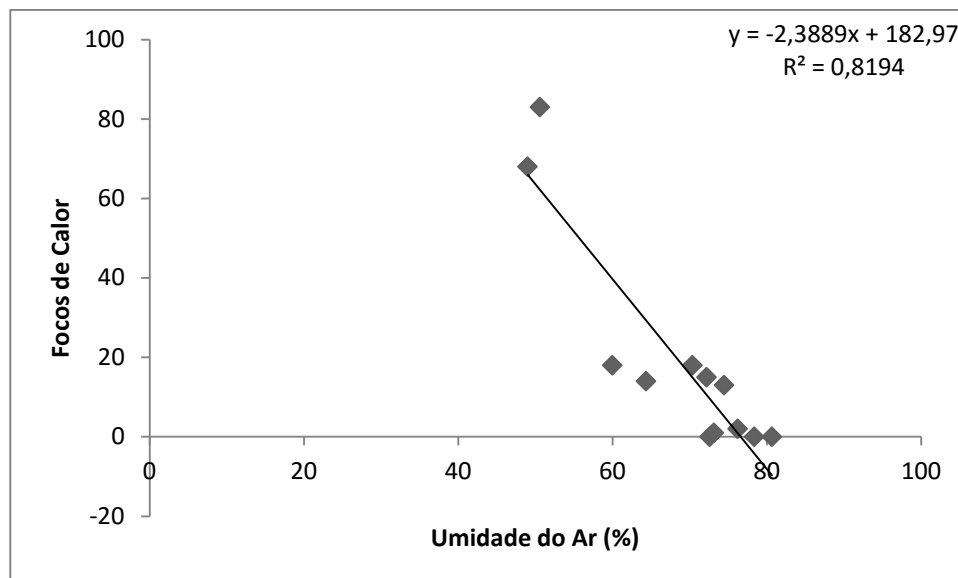


Figura. 14 Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2009 no Distrito Federal..

No ano de 2009 dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica e umidade do ar. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,25) para precipitação pluviométrica e (R^2 de 0,81) para umidade do ar, fica evidente que a umidade se correlaciona melhor com a variável de focos de calor.

Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima. Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 83 em agosto para 0 em dezembro no ano de 2009.

Já durante os meses de maio a novembro de 2009, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 232 focos registrados no ano de 2009, 98,7% ocorreram nos meses de maio a novembro.

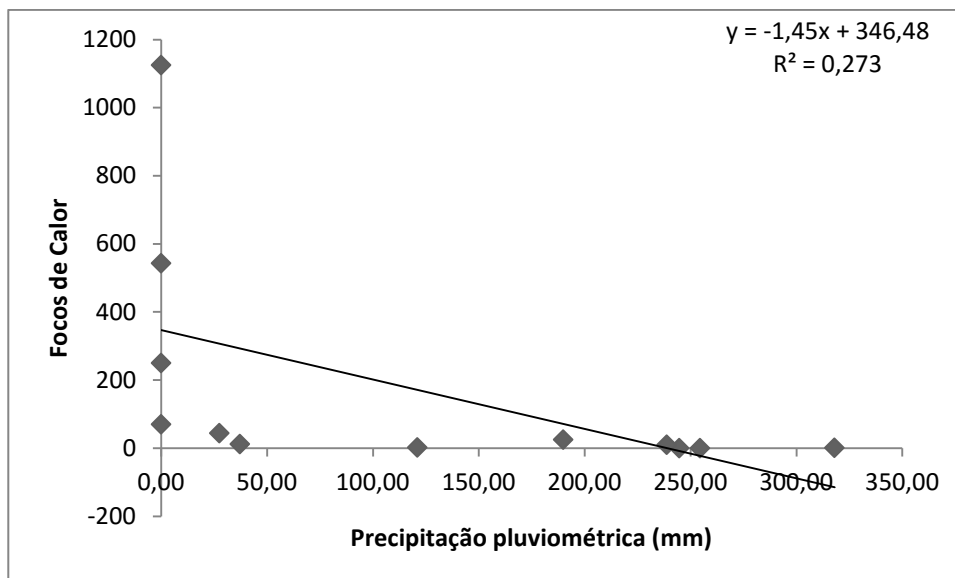


Figura. 15: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2010 no Distrito Federal.

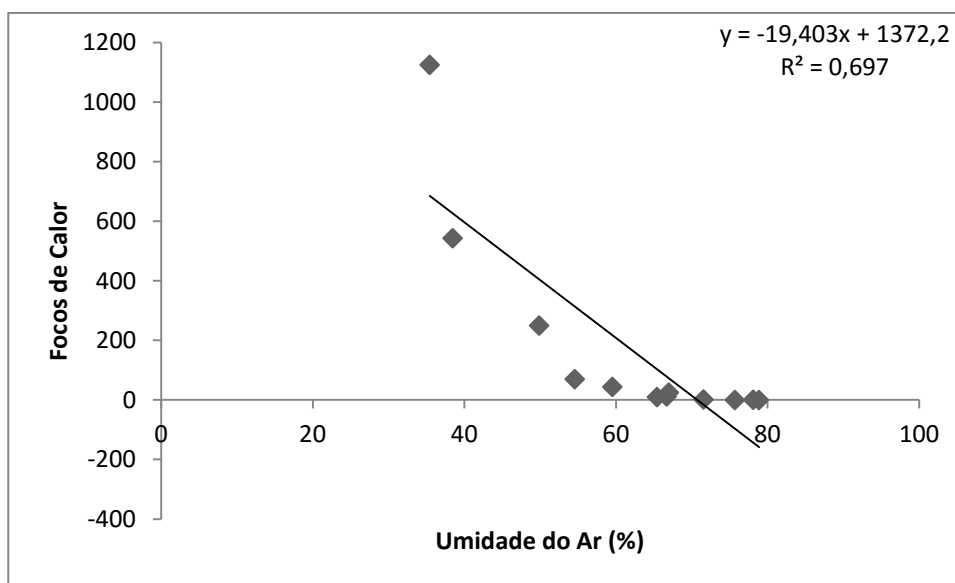


Figura. 16: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2010 no Distrito Federal..

No ano de 2010 os dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica e umidade do ar. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,27) para precipitação pluviométrica e (R^2 de 0,69) para umidade do ar, fica evidente que a umidade se correlaciona melhor com a variável de focos de calor.

Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima. Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 1125 em setembro para 0 em novembro no ano de 2010.

Já durante os meses de maio a novembro de 2010, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 2082 focos registrados no ano de 2010, 98,7% ocorreram nos meses de maio a novembro.

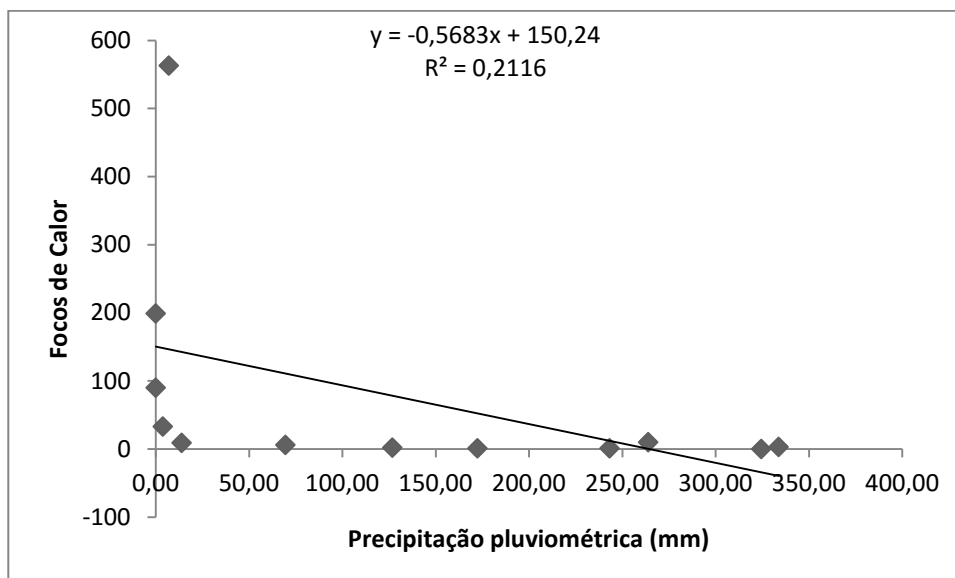


Figura. 17: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2011 no Distrito Federal.

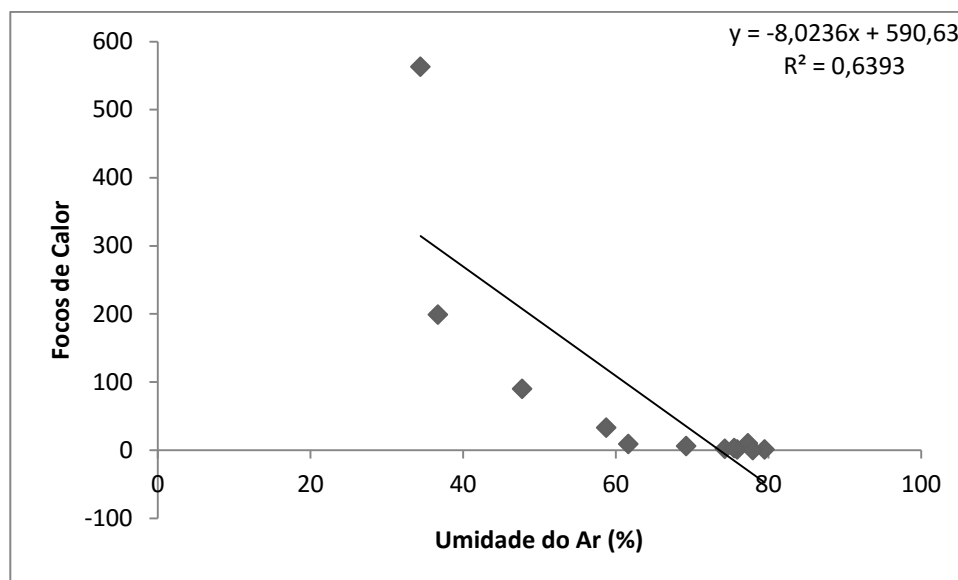


Figura. 18: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2011 no Distrito Federal..

No ano de 2011 os dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica e umidade do ar. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,2)1 para precipitação pluviométrica e (R^2 de 0,63) para umidade do ar, fica evidente que a umidade se correlaciona melhor com a variável de focos de calor.

Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima. Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 563 em setembro para 0 em dezembro no ano de 2011.

Já durante os meses de maio a novembro de 2011, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 917 focos registrados no ano de 2011, 98,9% ocorreram nos meses de maio a novembro.

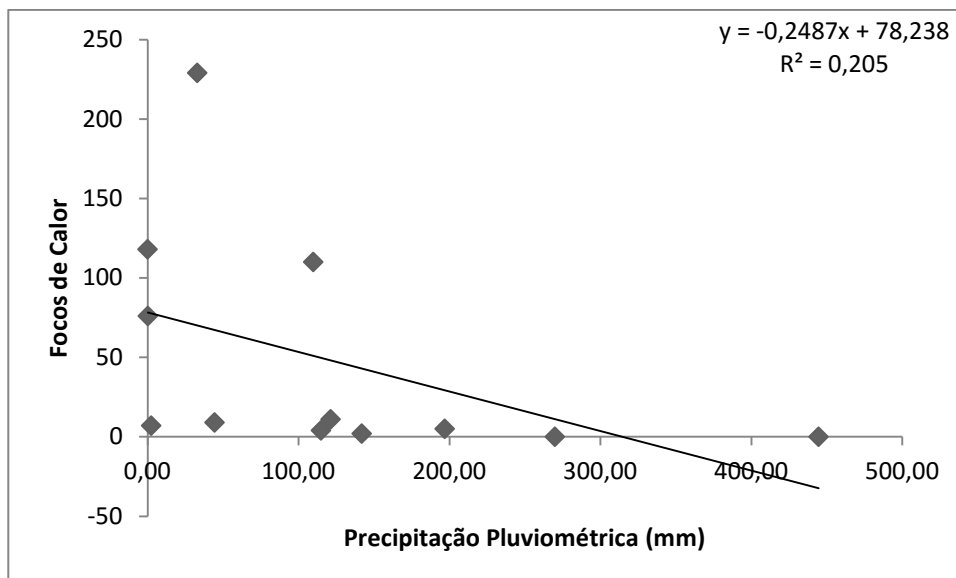


Figura. 19: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2012 no Distrito Federal.

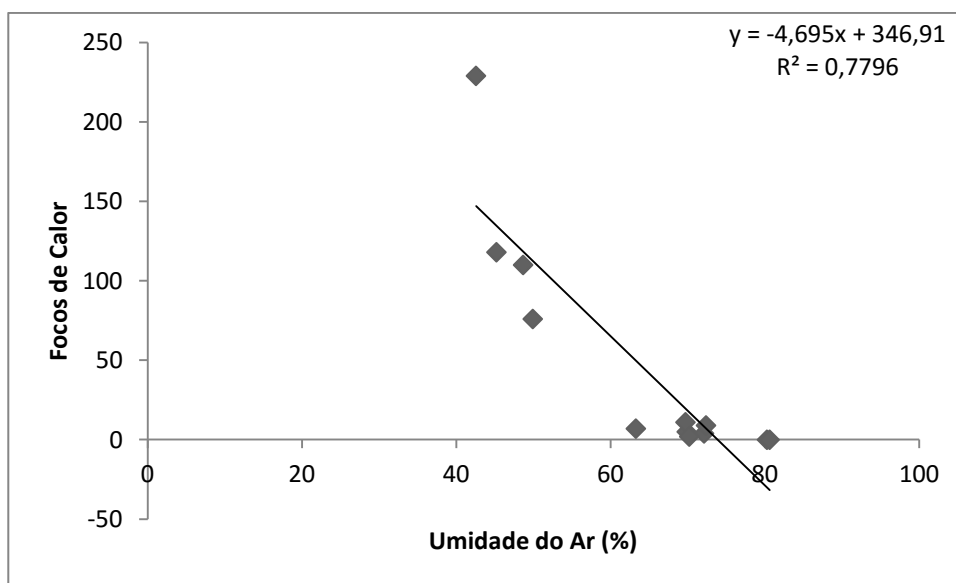


Figura. 20: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 meses de 2012 no Distrito Federal.

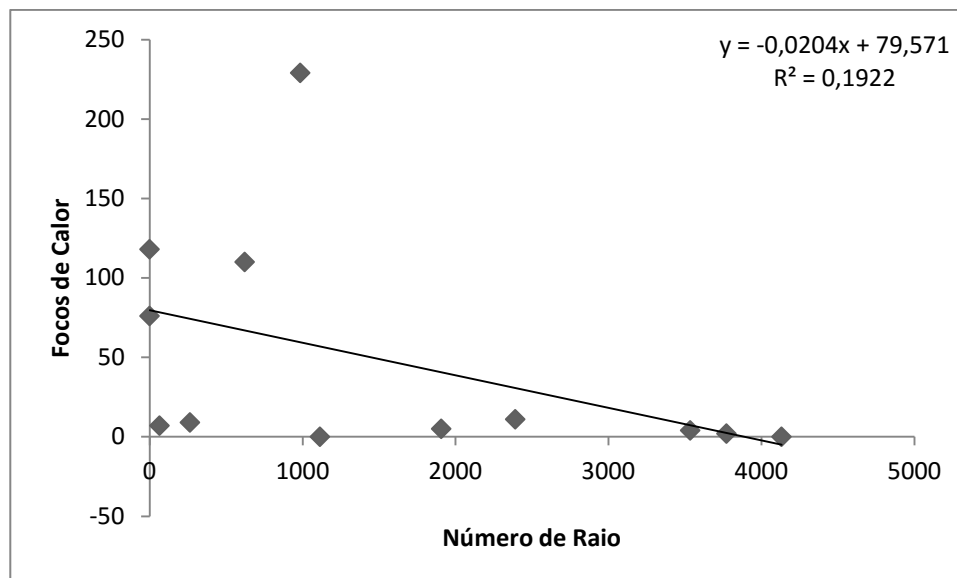


Figura. 21: Regressão linear entre número de raios e número de focos de calor durante o ano de 2012 no Distrito Federal.

No ano de 2012 os dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica, umidade do ar e número de raios. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,20) para precipitação pluviométrica, (R^2 de 0,77) para umidade do ar e (R^2 de 0,19) para número de raios, fica evidente que a regressão de linear de raios com fogo de calor, possui baixa relação com o aumento das ocorrências de eventos de queima.

No ano de 2012 os dados de umidade do ar foram os que melhor se relacionaram com os dados de focos de calor. Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima, contrariando a hipótese de que para que ocorra o fogo natural, oriundo de relâmpagos, seja necessário um alto valor de precipitação pluviométrica e número de raios.

Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 229 em setembro para 0 em novembro no ano de 2012.

Já durante os meses de maio a novembro de 2012, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar e número de raios, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 571 focos registrados no ano de 2012, 96,1% ocorreram nos meses de maio a novembro.

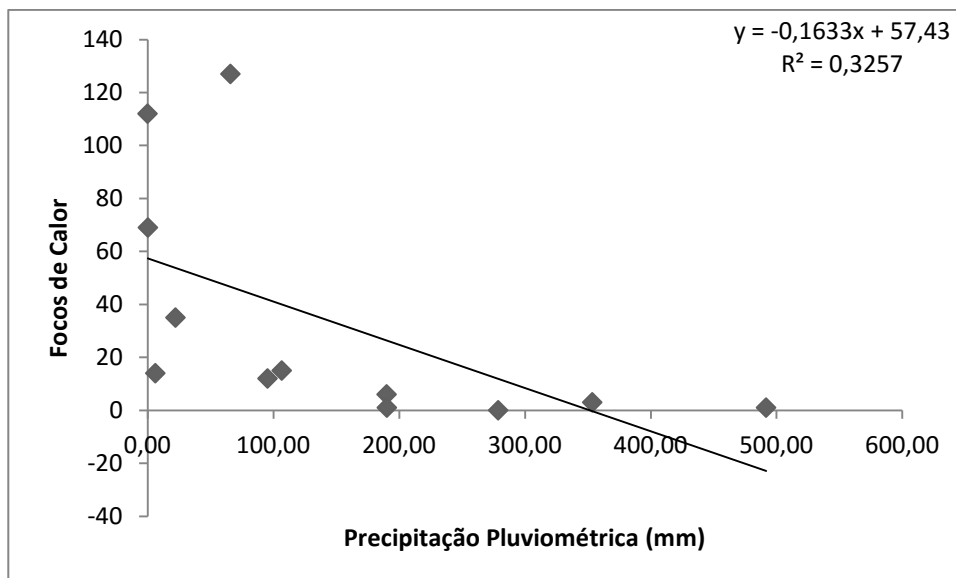


Figura. 22: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2013 no Distrito Federal.

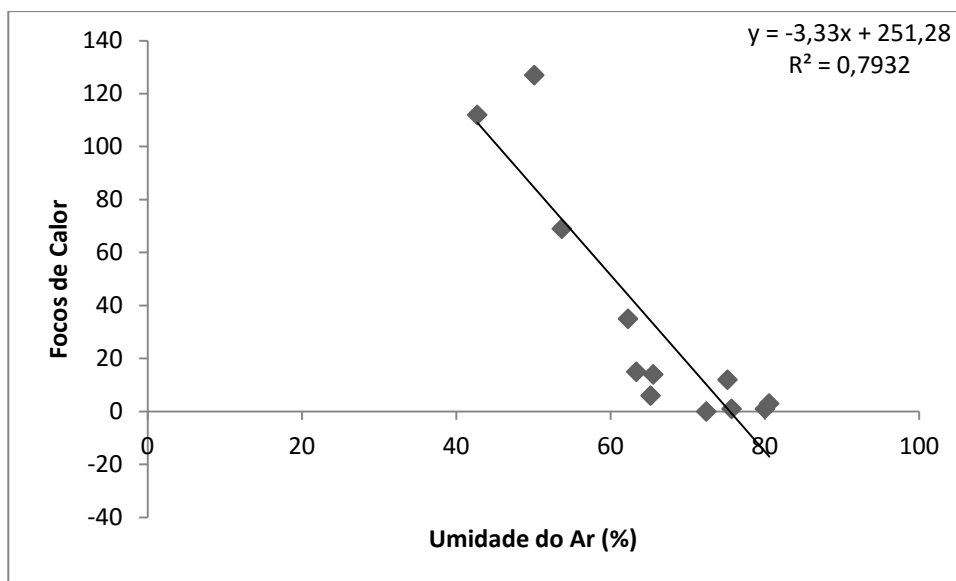


Figura. 23: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 anos de 2013 no Distrito Federal.

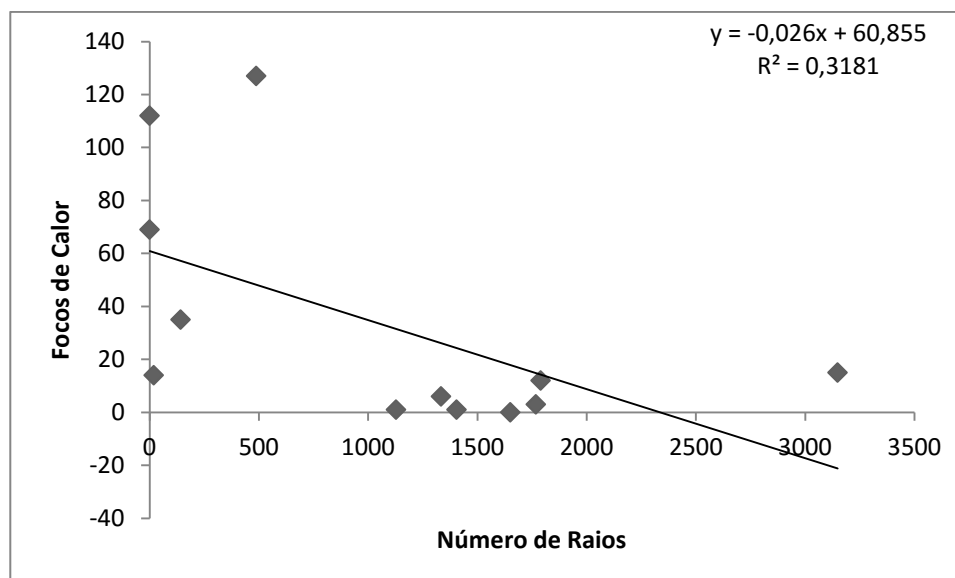


Figura. 24: Regressão linear entre número de raios e número de focos de calor durante o ano de 2013 no Distrito Federal.

No ano de 2013 os dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica, umidade do ar e número de raios. Com um coeficiente de regressão R^2 de 0,32 para precipitação pluviométrica, 0,79 para umidade do ar e 0,31 para número de raios, fica evidente que a regressão de linear de raios com fogo de calor, possui baixa relação com o aumento das ocorrências de eventos de queima.

No ano de 2013 os dados de umidade do ar foram os que melhor se relacionaram com os dados de focos de calor. Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima, contrariando a hipótese de que para que ocorra o fogo natural, oriundo de relâmpagos, seja necessário um alto valor de precipitação pluviométrica e número de raios.

Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 127 em setembro para 0 em novembro no ano de 2013.

Já durante os meses de maio a novembro de 2013, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar e número de raios, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 395 focos registrados no ano de 2013, 94,1% ocorreram nos meses de maio a novembro.

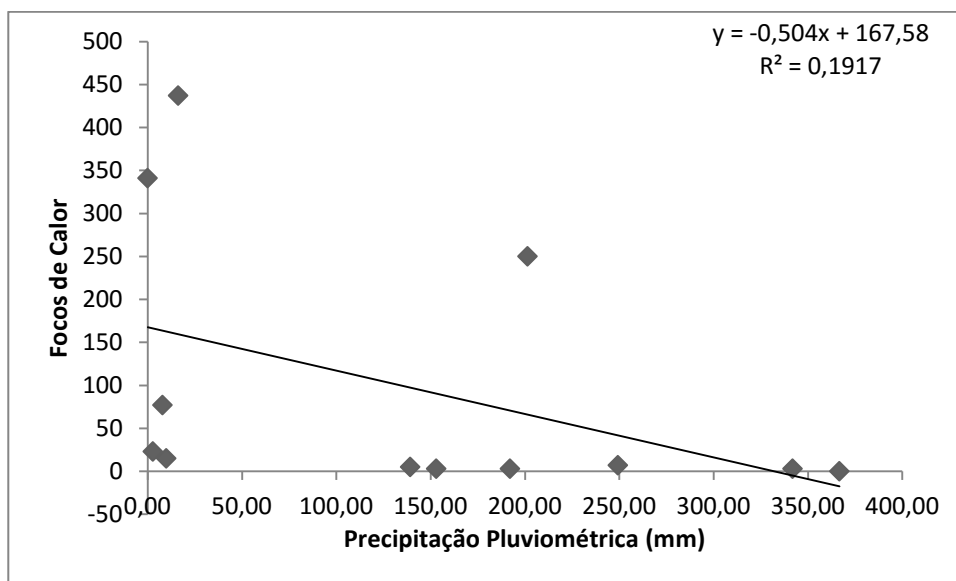


Figura. 25: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2014 no Distrito Federal.

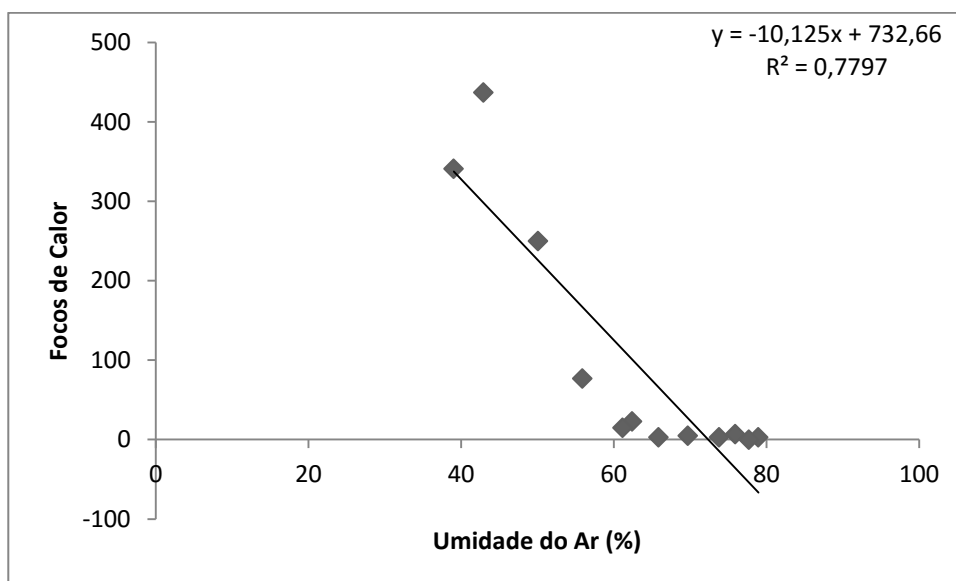


Figura. 26: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 anos de 2014 no Distrito Federal..

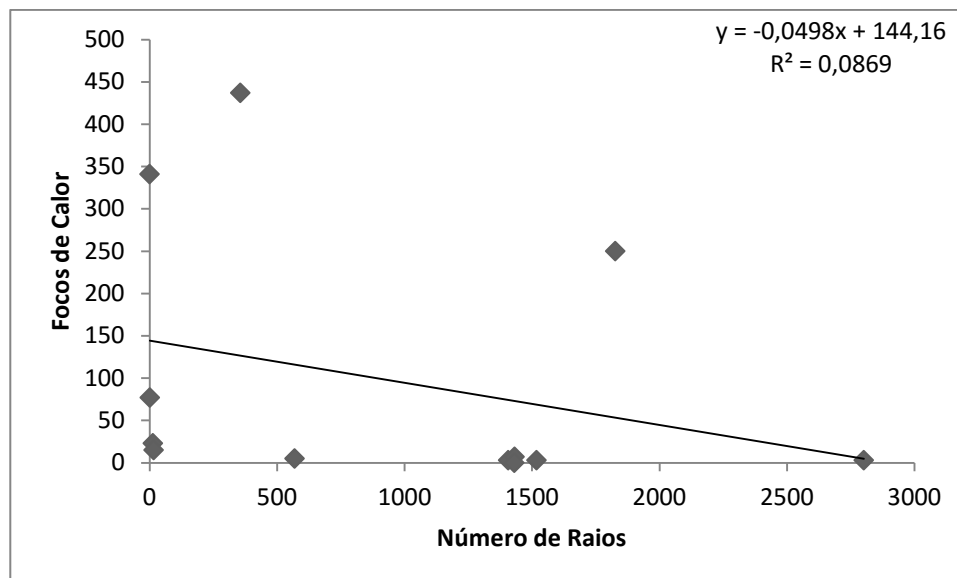


Figura. 27: Regressão linear entre número de raios e número de focos de calor durante o ano de 2014 no Distrito Federal.

No ano de 2014 os dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica, umidade do ar e número de raios. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,19) para precipitação pluviométrica, (R^2 de 0,77) para umidade do ar e (R^2 de 0,08) para número de raios, fica evidente que a regressão de linear de raios com fogo de calor, possui baixa relação com o aumento das ocorrências de eventos de queima.

No ano de 2014 os dados de umidade do ar foram os que melhor se relacionaram com os dados de focos de calor. Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima, contrariando a hipótese de que para que ocorra o fogo natural, oriundo de relâmpagos, seja necessário um alto valor de precipitação pluviométrica e número de raios.

Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 437 em setembro para 0 em dezembro no ano de 2014.

Já durante os meses de maio a novembro de 2014, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar e número de raios, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 1164 focos registrados no ano de 2014, 98,4% ocorreram nos meses de maio a novembro.

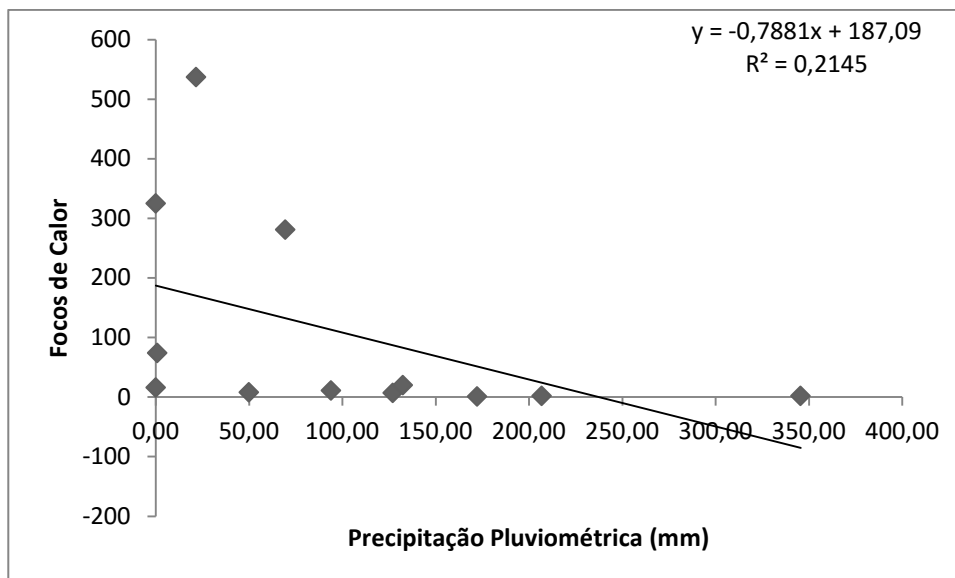


Figura. 28: Regressão linear entre precipitação pluviométrica (mm) e número de focos de calor durante o ano de 2015 no Distrito Federal.

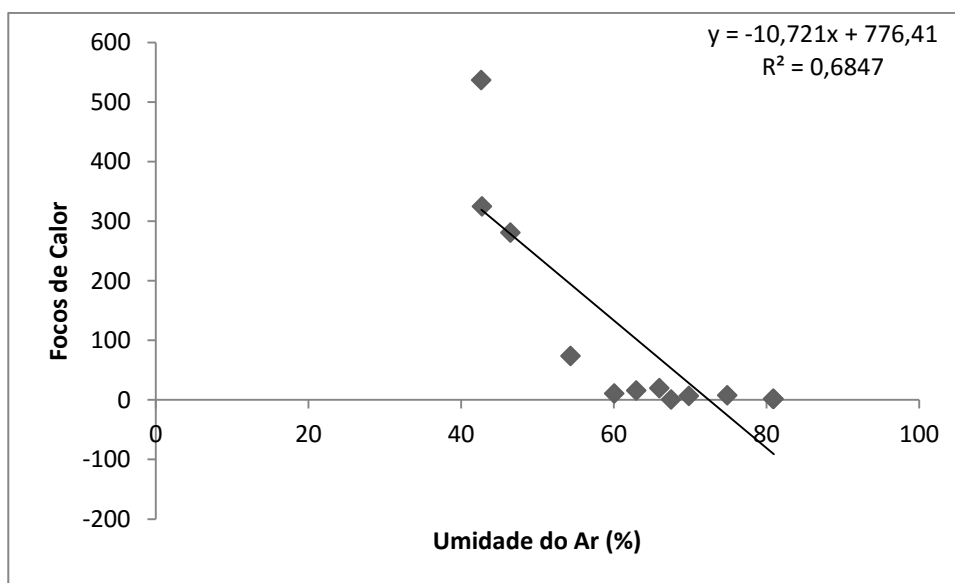


Figura. 29: Regressão linear de umidade do ar (%) e número de focos de calor durante os 12 anos de 2015 no Distrito Federal..

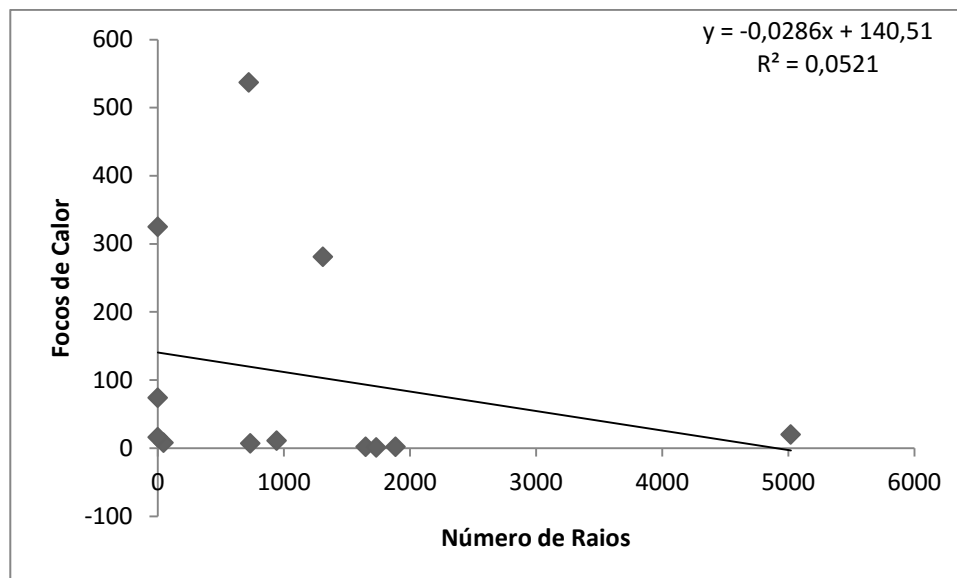


Figura. 30: Regressão linear entre número de raios e número de focos de calor durante o ano de 2015 no Distrito Federal.

No ano de 2015 os dados de focos de calor comportaram-se de forma inversamente proporcional com os dados de precipitação pluviométrica, umidade do ar e número de raios. Com um coeficiente de regressão (R^2 de 0,21) para precipitação pluviométrica, (R^2 de 0,68) para umidade do ar e (R^2 de 0,05) para número de raios, fica evidente que a regressão de linear de raios com fogo de calor, possui baixa relação com o aumento das ocorrências de eventos de queima.

No ano de 2015 os dados de umidade do ar foram os que melhor se relacionaram com os dados de focos de calor. Quanto menos úmido está o ar, maior a probabilidade que ocorra eventos de queima, contrariando a hipótese de que para que ocorra o fogo natural, oriundo de relâmpagos, seja necessário um alto valor de precipitação pluviométrica e número de raios.

Portanto, é notável que durante o período de dezembro a abril, onde ocorrem às máximas de precipitação e umidade do ar, os focos de calor decrescem de 537 em setembro para 1 em dezembro no ano de 2015.

Já durante os meses de maio a novembro de 2015, período de estiagem, com as mínimas de precipitação e umidade do ar e número de raios, os focos de calor aumentam sua frequência consideravelmente. Do total de 1284 focos registrados no ano de 2013, 98,2% ocorreram nos meses de maio a novembro.

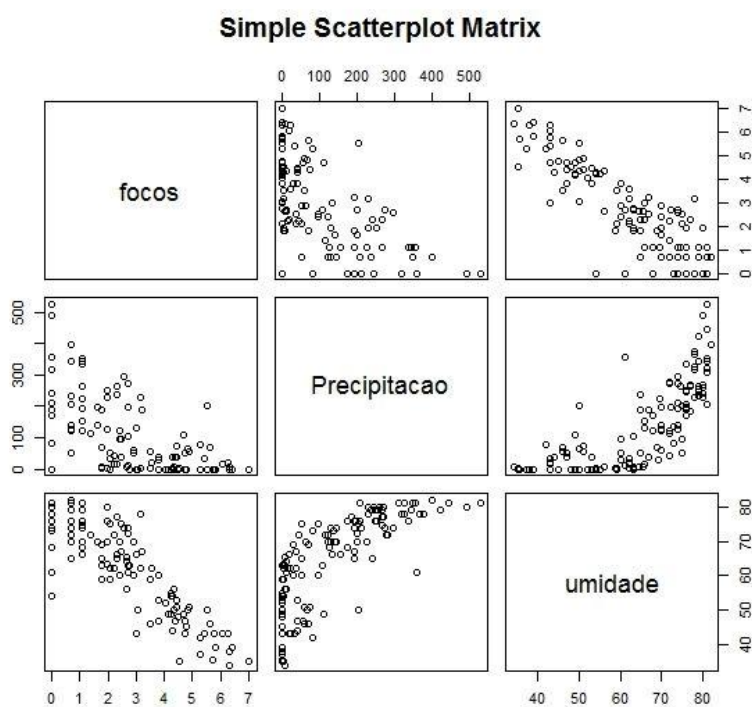


Figura. 31: Gráfico de correlação de Spearman dos dados obtidos entre precipitação pluviométrica, umidade do ar e a variável de focos de calor, no período total dos 10 anos monitorados.

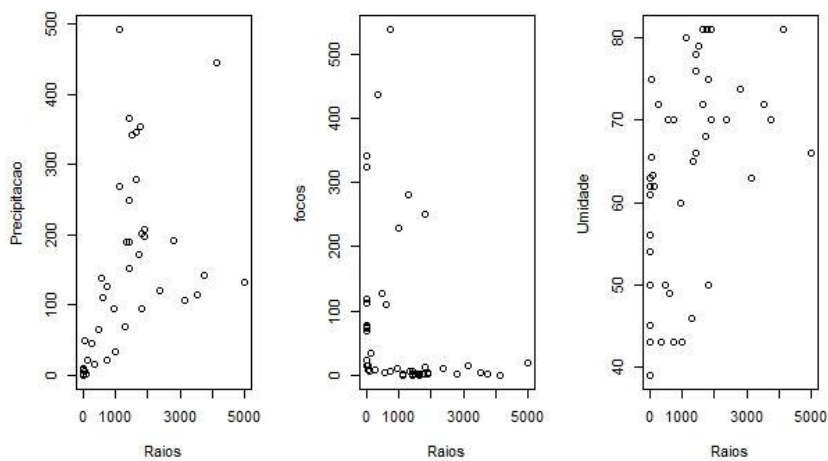


Figura. 32: Gráfico de correlação de Spearman dos dados obtidos entre as constantes de precipitação, umidade do ar ,focos de calor e número de raios no período total dos 2012 a 2015.

Spearman	Precipitação		
	Pluviométrica	Umidade do Ar	Focos de Calor
Precipitação Pluviométrica	1	0,84	-0,64
Umidade do Ar	0,84	1	-0,84
Focos de Calor	-0,64	-0,84	1

Figura. 33: Tabela de valores dos resultados de correlação de spearman.

Spearman	Raios
Precipitação Pluviométrica	0,79
Umidade do Ar	0,6
Focos de Calor	-0,56

Figura. 34: Tabela de valores dos resultados de correlação de spearman, com a variável de raios.

Os gráficos de correlação de Spearman (Fig 31 e 32) apresentaram uma relação negativa para os valores de focos de calor quando correlacionados com precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e número de raios. Entretanto quando os valores de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar são correlacionados entre si, essa relação é positiva.

O coeficiente de correlação de focos de calor quando relacionado com precipitação pluviométrica, número de raios e umidade relativa do ar foi de -0,64, -0,54 e -0,84 respectivamente (Fig 33) para todos os anos. Já os valores de precipitação pluviométrica quando correlacionados com os valores de umidade e número de raios, obtiveram um coeficiente de correlação de 0,84 e 0,79 respectivamente e a umidade do ar quando correlacionada com o raio obteve um coeficiente de correlação de 0,60 (Fig 34) para todo o período monitorado.

Todas as constantes se relacionaram de forma negativa quando correlacionadas com focos de calor e, a que melhor se associou foi a de umidade do ar com -84% de relação.

O valor de p para as constantes de precipitação foi de 0,0048, para umidade do ar, foi de 0,0009 e de número de raios foi de 0,0011. É importante ressaltar que valores de p menores que 0,05 são considerados altamente significativos.

4 Discussão

De acordo com (Ramos-Neto & Pivello 2000), os raios são os principais agentes de focos de incêndio natural no Cerrado durante o período chuvoso, levando em consideração o estudo baseado no parque ecológico de Emas. Entretanto, os resultados dos gráficos, das regressões lineares e da correlação dos dados das constantes de precipitação, umidade do ar, raios e da variável fogo demonstra a impossibilidade que essa grande quantidade de focos seja oriundos de relâmpagos, ou seja, naturais. Pois, nos meses que mais ocorreram focos de calor, os valores de precipitação pluviométrica e de raios eram irrelevantes.

O impacto do fogo sobre a vegetação está diretamente relacionado à época de ocorrência do evento. Os prejuízos do fogo são mais sérios no final da estação seca, pois é o momento que a vegetação e o ar estão com umidades mais baixas aumentando o a quantidade combustível e facilitando fatores de ignição (Collinson 1998), Essa relação época e ocorrência de fogo também foi observada na estatística descritiva, uma vez que as máximas de focos de calor ocorriam nos meses de agosto e setembro de todos os anos.

Os resultados do estudo evidenciaram que a maior relação existente com foco de calor é com a umidade do ar, nos meses de agosto e setembro, final da estiagem Portanto, se não há eletricidade atmosférica, a queimada surge devido a ações antrópicas, que juntamente com o estrato herbáceo arbustivo seco, formando o combustível, da origem aos focos de calor.

Logo, essa alteração de origem antrópica no regime de fogo, aumenta a quantidade de focos no bioma cerrado em épocas do ano que naturalmente não ocorreria incêndios com tamanha intensidade. Segundo (Miranda et al. 2009). essa alteração no regime de queima modifica e afeta fauna e a flora .

A alteração na frequência de queima, advindo de atividades antrópicas deve-se considerar também a inserção de gramíneas exóticas, que maiores em tamanho, produzem mais biomassa e são fortes competidoras por recursos se comparadas às gramíneas nativas. (Neto et al. 1998)

Estas gramíneas aumentam a quantidade de biomassa presente no ecossistema e conseqüentemente, a intensidade das queimadas, resultando em mudanças no regime de fogo e na diminuição das espécies nativas (Pivello et al 1999, Martins et al. 2007).

Essa biomassa combustível formada durante a estiagem secará ou morrerá, contribuindo para o surgimento de queimadas e incêndios (Neto et al. 1998). Além disso, o uso pecuário e agrícola de preparo de solo para cultivo também influencia de forma significativa para o aumento das queimadas, que são realizadas no período de estiagem com intervalos de um a quatro anos (Coutinho 1990).

Diante disso, evidencia-se que grande parte da incidência de focos de calor no Distrito Federal entre 2005-2015 não é de origem natural, oriundo de raios (entre 2012-2015) mas sim de origem antrópica, a partir de atividades como a inserção de espécies vegetais exóticas, o uso do fogo para fins agrícolas e para limpeza de áreas, sem uso de fogo controlado, uso do fogo para , queima de lixo e a má educação ambiental da sociedade.

5 Conclusão

Após os resultados obtidos com os 10 anos de monitoramento de focos de calor e sua relação com precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e ocorrência de raios, foi concluído que a ocorrência das queimadas no Distrito Federal deve-se principalmente as atividades antrópicas. Isto é evidenciado pela grande quantidade de focos que ocorreram no período de estiagem, durante os meses de maio a outubro, fenômeno que foi observado e repetido em todos os anos da análise.

A baixa correlação entre a incidência de raios, precipitação e o aumento dos focos também foi um fato que comprovou a origem antrópica dos eventos de queima, contrariando a hipótese do trabalho que esperava o maior número de queimadas durante os meses de novembro a abril, momento em que as constantes de precipitação, umidade do ar e número de raios atingem o seu ápice.

Este trabalho indicou que há forte influência antrópica na alteração do regime de queima do Cerrado, que ocorre com maior frequência nos meses de novembro e dezembro, que concilia o início das chuvas e descargas atmosféricas com a vegetação seca devido ao longo período de estiagem. Foi evidenciado que o grande número de ocorrência de focos de calor, ocorrem em períodos de baixa incidência de raios e chuva, por que mesmo o evento da queimada sendo um importante formador desse bioma, o aumento ocasionado pelo homem acarreta consequências negativas ao ecossistema, pois o aumento da frequência por atividades humanas, não permite que o bioma se recupere como ocorria com a frequência de queima natural.

Por fim, é importante ressaltar a falta de conscientização ambiental da sociedade que é responsável pelo aumento das queimadas. As práticas de manejo do fogo para cultivo e uso do solo, incêndios criminosos e a falta de respeito para com a vegetação, promove problemas a saúde de comunidades residentes próximas aos eventos de fogo, problemas de segurança pública devido aos incêndios descontrolados, problemas econômicos relacionados aos gastos para conter a queimada e principalmente ao bioma que sofre de forma direta e indireta as consequências do fogo.

6. Referências

ALHO , C.J.R.; MARTINS, E. S. **De grão em grão, o Cerrado perde espaço. Documento para Discussão.** Brasília: WWF/Procer, 1995

CASTRO, E.A.; KAUFFMAN, J.B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p. 263-283, 1998

CASTRO-NEVES,B.M. **Comportamento de queimada,temperatura do solo e recuperação da biomassa aérea em campo sujo nativo e em capim gordura (*melinis minutiflora*).** 2000. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília

COLLINSON,A.S. **Introduction to World Vegetation.** 2 ed London: Unwin Hyman Ltd, 1988. p 325

J.F. da S. COSTA, M.G. CORREIA e L.T.T de SOUZA, **Auxílio à Decisão utilizando o Método AHP – Análise Competitiva dos Softwares Estatísticos.** In XXX ENCOTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2010. Disponível em : <www.abepro.org.br/.../enegep2010_TN_STO_113_739_16433.pdf>

COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J.G (Ed.). **Fire in the Tropical Biota – Ecosystem Process and Global Challenges.** Berlin: Springer Verlag, 1990. p.82-105

DIAS, B.F.S. Degradação ambiental: os impactos do fogo sobre a diversidade do Cerrado. In: GARAY, I.; BECKER, B. (Org.). **Dimensões humanas da biodiversidade:** o desafio de novas relações homem-natureza no século XXI. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2005. p. 187-213.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: **Paleontological statistics software package for education and data analysis.** Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. 2016. Disponível em <www.ibge.gov.br> Acesso em: 22 fev. 2016

INMET - Instituto Natural de Meteorologia 2016 Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em 15 mar 2016

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2016. Disponível Em <www.inpe.br> Acesso em: 10 mar. 2016.

KAUFFMAN, J.B; COMMINGS, J; WARD, D.L. **Relationships of fire, biomass, and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian Cerrado**. Journal of Ecology, v. 82, p. 519-531, 1994.

MARTINS C. R.; Hay, J.D.V.; VALLS, J.F.M.; LEITE, L. L.; HENRIQUES, R.P.B. 2007. **Levantamento das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, Brasil**. Natureza & Conservação, 5: p 23-30.

MEDEIROS, M.B.; MIRANDA, H. S. **Post-fire resprouting and mortality in Cerrado woody plant species**. Edinburgh Journal of Botany, v.65, p. 1-16, 2008

MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.M.C.; MIRANDA, A. C. The fire factor. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. NY, USA: Columbia University Press, 2002. p. 53-68.

MIRANDA, H. S.; SATO M. N.; NETO, W. N. & AIRES, F. S. 2009. **Fires in the Cerrado, the Brazilian savanna**. In: M. A. Cochrane (ed.). Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics. Springer Praxis, New York, NY p. 682.

MIRANDA, H. S.; NETO, W. N. & NEVES, B. M. C. 2010. **Caracterização das queimadas de Cerrado**. In: Miranda, H.S. (org.). efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Projeto Fogo. Brasília IBAMA. p 23-131

MYERS N, MITTERMEIER RA, Mittermeier CG, et al (2000) **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature p 403:853

NETO, W. N.; ANDRADE, S. M. A.; MIRANDA, H. S. 1998. **The dynamics of the herbaceous layer following prescribed burning: a four year study in the Brazilian Savannas**. III International Conference on Forest Fire Research and 14th Conference on Fire and Forest Meteorology. Brasília, Brasil, p.1785-1792.

NEVES, W. A.; PILÓ, L.B. **O povo de Luzia. – em busca dos primeiros americanos**. São Paulo: Ed. Globo, 2008. p 334

MUNHOZ, C.B.R.; FELFILI, J.M **Fenologia do estrato herbáceo- subarbustivo de comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa ,Distrito Federa, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v 19, p 979-988,2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T & Ratter, J.A. 2002. **Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome**. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (ed.) *Cerrados of Brazil*. Columbia University Press. p 91-120.

PIVELLO, V. R.; SHID, C. N. & MEIRELLES, S. T. 1999. **Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity**. Biodiversity and Conservation, 8: p 1281-1294.

RAMOS NETO, M. B., & V. R. PIVELLO. 2000. **Lightning Fires in a Brazilian Savanna National Park: Rethinking Management Strategies**. Environmental Management. 26:p 675-684.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As **principais fitofisionomias do bioma Cerrado**. In SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Ed.). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Brasília: Embrapa Cerrados/Embrapa informação Tecnológica, v.1,2008. p. 151-212.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. ; FERRAZ-VICENTINI, K.R. **Fire in the Cerrado 32.000 years ago**. Current Research in the Pleistocene, v. 11, p. 85-87, 1994.

SATO, M. N. **Mortalidade de plantas lenhosas do Cerrado submetidas a diferentes regimes de queima**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

SCHOLES, R.J.; ARCHER, S.R. Tree-grass interactions in savannas. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 28, p 517-544.

SOLBRIG, O.T. 1996 **The diversity of the savanna ecosystem**. In: O.T. Solbrig, E. Medina & J.F. Silva (ed.) **Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes – A Global Perspective**. Berlin: Springer-Verlag. 1996. p.1-27

WHELAN, R.J. 1995. **The Ecology of Fire**. Cambridge University Press. Cambridge. P 346.