

# VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A PROPAGAÇÃO DO FOGO EM TERRENOS AGRÍCOLAS E SEU IMPACTO AO pH DO SOLO

## VARIABLES THAT CHARACTERIZE THE PROPAGATION OF FIRE IN AGRICULTURAL LANDS AND THEIR IMPACT ON SOIL pH

Justina Ngueve Comboio Cameia<sup>2</sup>; Isau Alfredo Bernardo Quissindo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora do Colégio nº 47 Comandante Nzanzi, Município do Longonjo, Huambo, Angola; <sup>2</sup>Docente da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade José Eduardo dos Santos, Huambo, Angola

**RESUMO:** Com vista a estudar as variáveis que caracterizam a propagação do fogo em terrenos agrícolas e identificar o impacto do fogo ao pH do solo foi realizada uma queimada experimental em uma parcela localizada no Bairro 8 de Fevereiro, Município Sede da Província do Huambo, Angola. Durante e após a queima, na zona de estudo, efectuaram-se observações e medições de variáveis que permitiram estimar parâmetros relacionados com o comportamento do fogo, tais como: dimensões da chama, velocidade de propagação, intensidade do fogo e grau de afectação do fogo ao pH do solo. Quanto as variáveis, os resultados apontam para: dimensões das chamas (comprimento das chamas 0,33 m, altura das chamas 0,33 m, profundidade das chamas 0,8 m), intensidade do fogo 6 kcal / m.s, direcção expressiva de propagação das chamas Sul-Este (até 11,05 m), Este-Oeste (8 m) e Norte-Sul (4 m), tempo de permanência das chamas em um mesmo ponto 48 s, quantidade média de calor desprendido por cada unidade de área 330 kcal/ m<sup>2</sup>. A determinação do grau de afectação do fogo ao pH do solo mostrou que o fogo acidifica o solo (pH a 6 antes da queima e 7,1 após a queima), o que o torna mais empobrecido do ponto de vista de nutriente e fraco de estrutura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Propagação do fogo; Terrenos agrícolas; pH; Solo.

**ABSTRACT:** In order to study the variables that characterize the spread of fire on agricultural land and to identify the impact of fire on soil pH, an experimental burn was carried out in a plot located in Bairro 8 de Fevereiro, Headquarters of Huambo Province, Angola. During and after the burning, in the study area, observations and measurements of variables were made that allowed estimating parameters related to the behavior of the fire, such as: dimensions of the flame, speed of propagation, intensity of the fire and degree of fire affectation. soil pH. As for the variables, the results point to: dimensions of the flames (length of the flames 0.33 m, height of the flames 0.33 m, depth of the flames 0.8 m), intensity of the fire 6 kcal / ms, expressive direction of propagation of the flames. flames South-East (up to 11.05 m), East-West (8 m) and North-South (4 m), dwell time of the flames at the same point 48 s, average amount of heat given off by each area unit 330 kcal / m<sup>2</sup>. The determination of the degree of fire allocation at the soil pH showed that the fire acidifies the soil (pH at 6 before burning and 7.1 after burning), which makes it more impoverished from the point of view of nutrient and weak of structure.

**KEYWORDS:** Propagation of fire; Agricultural land; pH; Soil.

## INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais e as queimadas mal conduzidas constituem em um dos mais danosos eventos que provocam alterações nas formações vegetais, sejam elas naturais ou plantadas.

As queimadas naturais provocadas por raios nesse ecossistema, apesar de pouco estudadas, são relativamente frequentes, ocorrendo principalmente na transição seca-chuva. Apesar da alta frequência destas queimadas, elas geralmente não atingem grandes áreas, uma vez que a chuva

posterior impede o desenvolvimento de incêndios de maior magnitude (Fiedler e Medeiros, 2002).

Assim, o estudo do comportamento do fogo tem possibilitado entender os factores que têm um papel importante no início, na propagação e na dificuldade de se extinguir os incêndios. Para Lentile (2006), basicamente, as variáveis que descrevem o comportamento do fogo são: velocidade de propagação, intensidade da linha de fogo, taxa de energia liberada e tempo de residência. Essas variáveis quantificam e caracterizam o comportamento do fogo, bem como controlam a dificuldade de extinção de qualquer incêndio. Já Soares e Batista (2007) sugerem que outras variáveis como temperaturas máximas alcançadas nas zonas de combustão e altura de crestamento letal, além de descrever aspectos do comportamento do fogo, possibilitam estabelecer associações com o efeito produzido nos diversos elementos do ecossistema florestal. Entretanto, o risco de fogo ao ambiente, que pode ser traduzido como a vulnerabilidade da vegetação, viva ou morta, pode ser estimado conforme a teoria de riscos, a qual baseia-se em dados históricos de ocorrências para determinada região.

Além disso, as respostas das plantas aos impactos do fogo variam conforme a intensidade, a frequência e a duração dos incêndios e também com a formação vegetal atingida.

De acordo com Oliveira-Filho e Ratter (2002) as florestas são bem mais sensíveis aos efeitos do fogo. Já Barbosa e Fearnside (2000) apontam que dentre os maiores impactos causados pelos incêndios nas florestas podem ser incluídas a acção sobre a fauna, a emissão de gases e a desestruturação dos solos.

Assim, o presente trabalho teve por objectivo estudar as variáveis que caracterizam a propagação do fogo em terrenos agrícolas e identificar o impacto do fogo ao pH do solo. Para tal, foi realizada uma queimada experimental em uma parcela localizada no Bairro 8 de Fevereiro, Município Sede da Província do Huambo, Angola.

## **METODOLOGIA**

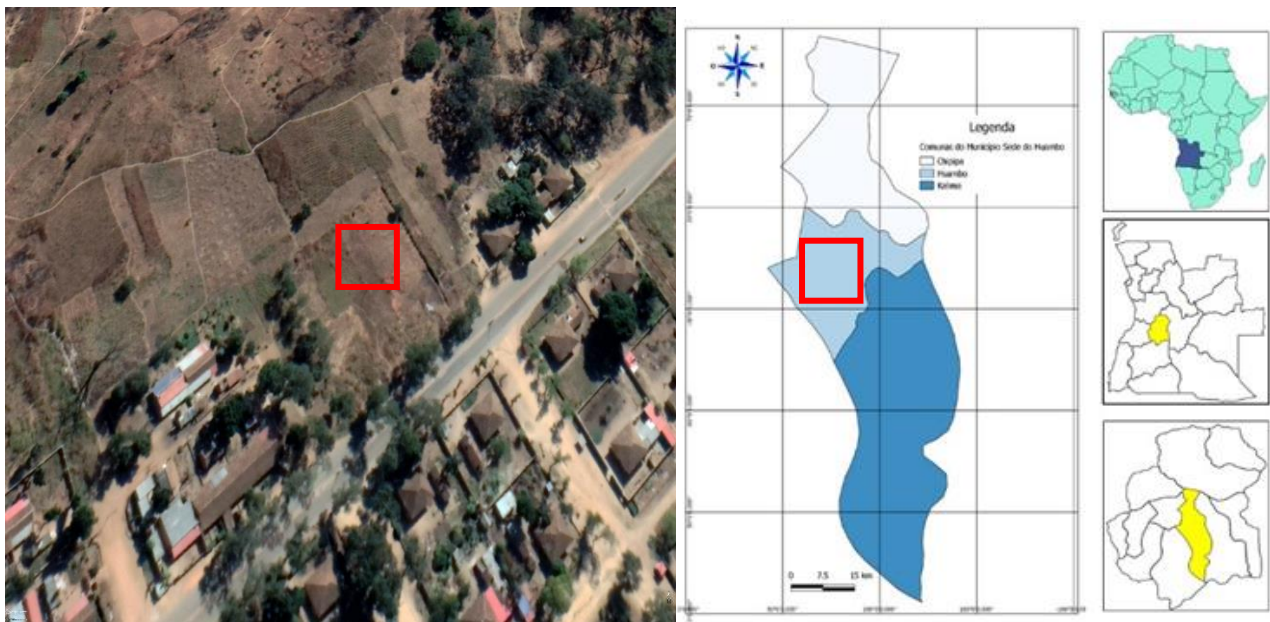
### **Área de Estudo**

O estudo realizou-se em Maio de 2019 numa parcela de terreno (Figura 1) de 10 m x 20m situado no bairro 8 de Fevereiro, Comuna Comandante Vilinga, Município do Huambo, Província do Huambo, a uma distância de 4Km do centro da cidade do Huambo.

Destacar que esta zona caracteriza-se pela ocorrência de floresta de Miombo nos arredores e a espécie de planta *Helianthus tuberosus* (vulgo alcachofra-de-jerusalém, girassol-batateiro ou tupinambo) na zona de queima; esta é uma espécie nactiva da América e cultivada por seu tubérculo comestível que pertence ao género botânico *Helianthus*, da família das *Asteraceae* (Iraporda et al., 2019; Galkina et al., 2019).

O município do Huambo (Figura 1) - onde se encontra a área de estudo, apresenta um clima alternante húmido e seco por influência da altitude (acima de 1774 m), a temperatura mínima é de 7°C e a máxima de 30°C, marcada por duas estações com temperaturas médias anuais de cerca de 19°C (Diebel et al., 2019; Nhamba, 2016); possuindo assim um clima Tropical de Altitude (Cwb) ou Clima Oceânico (Cwb), caracterizado por época chuvosa e quente com noites amenas e dias relativamente quentes e época seca e fria (cacimbo) com dias amenos e noites relativamente frias (Quissindo et al., 2016; Diebel et al., 2019).

É limitado a Norte pelo município do Bailundo, a Este pelo município de Chicala-Choloanga, a Sul pelo município do Chipindo, e a Oeste pelos municípios de Caála e E Cunha. É constituído pelas comunas de Chipipa, Huambo e Calima (Matos, 2005; Neto, 2012).



**Figura 1.** Localização da área de estudo

Ocupa uma área de 2 609 km<sup>2</sup> (26.09 ha) e tem cerca de 665 000 habitantes, segundo dados do último censo populacional. É uma região rica em recursos naturais e minerais, com uma vasta rede hidrográfica e um clima ameno que a tornam especialmente vocacionada para o desenvolvimento das actividades agro-pecuárias e agro-alimentares. O subsolo é rico em minerais – manganês, diamantes, volfrâmio, ferro, ouro, prata, cobre, urânio, entre outros – e a extracção mineira é uma actividade com enorme potencial económico (Diebel et al., 2019; Matos, 2005; Neto, 2012).

### Metodologia

Os dados obtiveram-se mediante medição / estimação em campo para os casos de:

- Coordenadas geográficas e área / superfície da parcela de interesse através do uso de GPS, aplicativo *My GPS Coordinates* e fita métrica);
- Altura, profundidade e comprimento das chamas através de varas graduadas (ver figura 2);
- Amostras de solo através de remoção com espátulas adaptadas.



**Figura 2.** Estimação das dimensões das chamas com varas graduadas

A metodologia deste trabalho foi baseada nas propostas de Batista et al. (2013) e Quissindo (2018), que fizeram, estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliottii* e floresta de Miombo, respectivamente. Embora, este trabalho contempla uma variável anteriormente não estudadas por estes autores; trata-se da avaliação do grau de afectação do fogo ao solo, o que agrega valor a este emblemático trabalho.

Quanto as estimativas de parâmetros como dimensões da chama, velocidade de propagação e intensidade do fogo, basearam-se nas propostas de autores clássicos nesta matéria:

- Dimensões da chama: Gordon (2018), considera que este parâmetro é determinado através das estimações ou medições do comprimento ou longitude das chamas, da altura das chamas e da profundidade das chamas.
- Para a intensidade do fogo: Corresponde à taxa de energia ou calor liberado por unidade de tempo e por unidade de comprimento da frente de incêndio. Numericamente, é calculado pela equação de Byram, no entanto, segundo Soares (1995), a intensidade do fogo também pode ser estimada com a equação que relaciona o comprimento médio das chamas:

$$I = 63,05 \cdot hc^{2,17}$$

Onde:

I = intensidade do fogo em kcal / m.s

hc = comprimento das chamas em m

Esta equação foi baseada na proposta de Byram (1959):

$$I = H \cdot w \cdot r$$

Onde:

I = intensidade do fogo em kw.m-1

H = poder calorífico em kj.kg-1

w = peso do combustível disponível em kg.m-2

r = velocidade de propagação do fogo em m.s-1

- Velocidade de propagação do fogo: Este parâmetro é determinado através de estimativas ou medições do comprimento, altura e profundidade da chama (Soares, 1985).
- Tempo de residência: É o termo usado para descrever a taxa (em metros por segundo e suas variantes) segundo a qual o fogo aumenta, tanto em área quanto linearmente. É calculado dividindo o valor da profundidade (ou largura) da chama pela taxa de propagação do fogo (Gordon, 2018):

$$tr = P / r$$

Onde:

tr = tempo de permanência em segundos

P = profundidade da chama em metros

r = velocidade de propagação do fogo em m / s

- Calor por unidade de área: O calor liberado por unidade de área pode ser estimado através da intensidade do fogo, simplesmente dividindo-o pela velocidade de propagação:

$$Ha = I/r$$

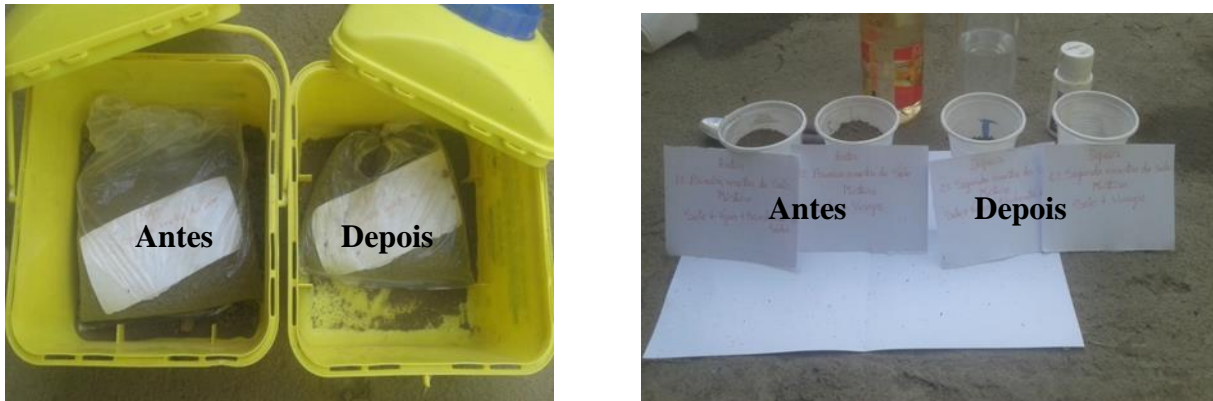
Onde:

Ha = calor liberado em kcal / m<sup>2</sup>

I = intensidade do fogo em kcal / m.s

r = velocidade de propagação do fogo em m / s

Já a etapa de laboratório e escritório, permitiu a leitura de amostras de solo, facilitando a comparação das amostras retiradas antes e depois da realização da queimada (figura 3).



**Figura 3.** Ilustração das amostras retiradas antes e após a queima

Nesta fase, foi utilizado o phmetro (figura 4), que é um medidor de ph funciona como um voltímetro que mede a diferença de potencial elétrico entre um eletrodo de referência e um eletrodo de pH exibindo o resultado em termos de pH de uma solução a qual o eletrodo está imerso.



**Figura 4.** Ilustração de um peachimetro

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Dimensões das Chamas

Relativamente as dimensões das chamas, o comportamento do fogo apresentou mesmos valores médios para o comprimento e altura das chamas (0,33 m), enquanto registou-se maior valor médio da profundidade das chamas (0,8 m). Os valores dessas variáveis correspondentes a cada uma das partes onde ateou-se o fogo inicial podem ser vistos na tabela a seguir (tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios das dimensões das chamas

Parâmetros	Valor mínimo (cm)	Valor máximo (cm)	Valor médio (cm)
Comprimento das chamas	20	45	32,5
Altura das chamas	25	40	32,5
Profundidade das chamas	70	90	80



Em seu estudo e sob mesmas condições de solo e clima, por se tratar da mesma região geográfica, Quissindo (2018), obteve valores muito mais alto em relação aos encontrados neste trabalho. O experimento de queima controlada realizado por este autor, apresentou os seguintes valores médios: comprimento das chamas 3 m, altura das chamas 1,5 m e profundidade das chamas 3 m. Isto pode estar relacionado com as diferenças dos tipos de combustíveis (vegetação) que se queimaram nas duas experiências, como dizia Alexander (2000) e Torres *et al.* (2019), do ponto de vista de combustibilidade, a classe de vegetação favorece a maior ou menor dimensão das chamas em uma queimada ou incêndio florestal.

### **Intensidade do Fogo**

O valor médio calculado para a intensidade do fogo, na queimada em estudo, é 6 kcal / m.s. Na tabela abaixo pode se notar as diferenças nos valores da intensidade do fogo nas três zonas de referências.

Desde a tabela 1, notou-se que a intensidade do fogo está relacionada com a profundidade das chamas. Os valores de intensidade do fogo foram: valor mínimo 2 kcal/m.s, valor máximo 11 kcal/m.s e valor médio 6 kcal/m.s.

De acordo com Cawson e Duff (2019), a intensidade do fogo pode também ser estimada através de sua relação com o comprimento médio das chamas

O valor obtido por Quissindo (2018), para a intensidade do fogo nas condições da região do Ngongoinnga (Província do Huambo, Angola) foi de 284 kcal / m.s; a grande diferença entre o valor obtido neste trabalho e o obtido por Quissindo (2018), pode estar relacionado com os três principais factores que aumentam a velocidade de propagação do fogo: combustível (tipo e humidade do mesmo), clima (altas temperaturas, vento e baixa humidade do ar) e relevo ou topografia (aclive e declive), como descreve Vogel *et al.* (2018).

Já Cawson e Duff (2019), trabalhando em condições climáticas para a queima de espécies do género *Eucalyptus* obteve valores extremamente altos em relação ao obtido neste trabalho.

Torres *et al.* (2019), considerou que nos seus vários experimentos de queima o teor de humidade dos combustíveis foi o parâmetro mais importante da inflamabilidade dos combustíveis e nas variáveis do comportamento do fogo.

### **Velocidade e Direcção de Propagação**

De acordo com a direcção e velocidade do vento a distância percorrida pelo fogo durante a queima controlada foi de 11,05 m, já o tempo cronometrado foi de 11,06s. Assim a velocidade de propagação percorrida foi de 0.02 m.s<sup>-1</sup>.

Constatou-se durante a queima que a velocidade e direcção de propagação das chamas foram bastante influenciados por um elemento do factor climático (vento), que no momento da queimada deslocava-se desde a direcção Sul para a direcção Este, isto é, o rumo das chamas foi Sudeste (Figura 5). Em cerca de 11,06 minutos (664 segundos), as distâncias expressivas medidas em campo alcançadas pelo fogo são as seguintes: Sul-Este 11,05 m, Este-Oeste 8 m, Norte-Sul 4 m.



**Figura 5.** Ilustração da direcção de propagação das chamas

Quissindo (2018), em seu estudo obteve resultados diferentes aos encontrados neste trabalho; no seu experimento a direcção de propagação mais expressiva foi Leste-Oeste com cerca de 10 m e Norte-Sul com 9 m. Já Cawson e Duff (2019) e Neves *et al.* (2018), nas experiências de queima de espécies florestais exóticas obtiveram expressividade de propagação do fogo em várias direcções, isto é, em rumos irregulares devido a alta inflamabilidade da vegetação em causa, não tendo influência notável do vento.

Como observado no campo, essas direcções variam de acordo com a direcção do vento na área durante a queima; além disso, as direcções de propagação das chamas poderiam ter sido influenciadas pela inclinação do terreno, que, como observado na área, ocorre um ligeiro aclive de Norte a Sul.

### Tempo de Residência

A análise dos dados permitiu saber que a cabeça ou frente da queimada ou incêndio mantem-se no mesmo lugar durante um tempo bastante considerado. Os valores mínimos, médio e máximo estimado na área de estudo podem ser vistos na tabela 2.

**Tabela 2.** Valores do tempo de permanência das chamas na área de estudo

Tempo de residência (s)			
Parâmetros	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio
Tr (s)	42,0	54,0	48,0
Tr (min)	0,7	0,9	0,8

Esta tabela mostra que em média, nas condições do bairro 8 de Fevereiro, o fogo pode manter-se estagnado durante um tempo estimado de aproximadamente 1 minuto (0,8 minuto). Isto significa que a propagação é moderada com tendência rápida. Este alto valor de tempo de residência foi bastante influenciado pelo valor da velocidade de propagação das chamas que é

bastante baixo, uma vez que estas variáveis são inversamente proporcionais. Este valor foi ainda influenciado pelo alto valor médio da variável profundidade das chamas.

Quissindo (2018), no seu caso de estudo do Ngongoinga encontrou valores diferentes dos obtidos neste trabalho, devido ao alto valor de velocidade de propagação.

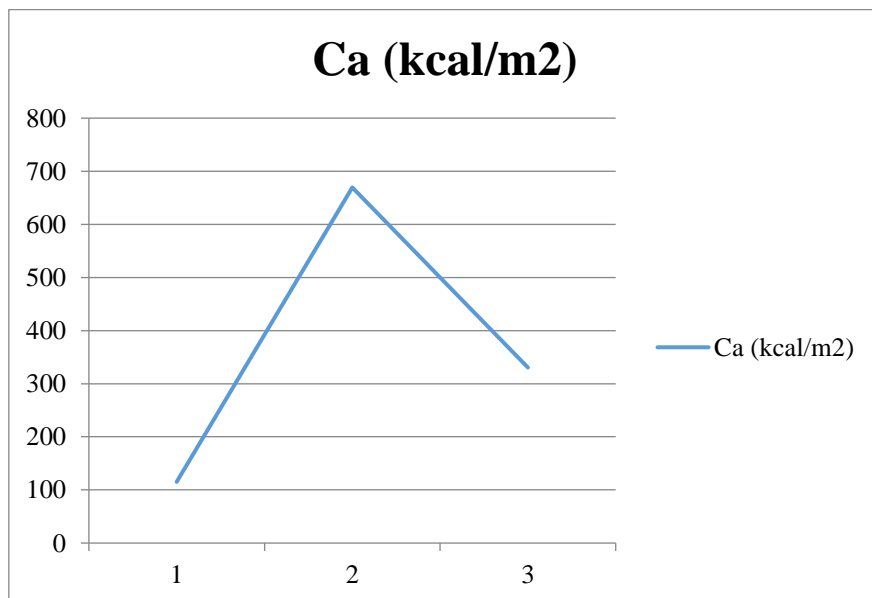
De acordo com Chandler *et al.*, (2018), o regime de fogo difere em um gradiente de intensidade do uso humano da terra e pode ser explicado pelo efeito diferencial dos seres humanos nas frequências de ignição, na lenta propagação do fogo e alto valor de tempo de residualidade do fogo em queimada.

Ao contrário dos achados por Gordon (2018), nas savanas da Austrália, não há aumento óbvio no tamanho do fogo ou na intensidade do fogo desde o início da temporada de incêndios até o final do sul da África, presumivelmente porque os padrões de ignição são muito diferentes.

Torres *et al.*, (2019), considera que os incêndios florestais geram problemas em diversas escalas em todos os ecossistemas. É amplamente reconhecido que quanto mais se entender sobre o comportamento do fogo e sua resposta às condições ambientais, mais acertadas serão as decisões sobre a gestão dos incêndios.

### Calor por Unidade de Área

Os valores da quantidade de calor que foram emitidos por unidade de área na altura da realização da queima estão descritos na figura 6, onde 1 corresponde a valor mínimo, 2 médio e 3 máximo. A quantidade média de calor despreendido por cada unidade de área foi de 330kcal/m<sup>2</sup>.



**Figura 6.** Comportamento do calor despreendido por unidade de área na zona em estudo

Em um estudo comparativo do comportamento do fogo Miranda *et al.*, (2018) e Ferreira e Melo (2018), observaram que as taxas de liberação de energia variaram significativamente entre os dois incêndios, e isso se refletiu fortemente no desenvolvimento da coluna de convecção. O fogo de menor intensidade produziu uma coluna de fumaça fraca e mal definida, enquanto houve uma coluna bem desenvolvida durante a deflagração do fogo de maior intensidade.

Miranda *et al.*, (2018), recomendaram mais estudos experimentais de combustão, em savanas com maiores cargas de combustível, para explorar ainda mais a relação dinâmica da coluna de comportamento de convecção de incêndio investigada no estudo mencionado.



Já o Quissindo (2018), entre três sub-parcelas, observou que a subparcela 3 é a que liberou mais calor das três subparcelas em estudo; Isso se deveu ao facto de que essa sub-parcela possuía um dos maiores valores de intensidade de fogo e a menor velocidade de propagação das chamas, ou seja, a alta intensidade do fogo que se espalha lentamente permite que mais calor seja liberado por área na atmosfera. O autor também associou os altos valores de calor liberado por área ao tipo e quantidade de vegetação herbácea que ocorreu na sua zona de estudo.

### **Determinação do Grau de Afecção do Fogo ao pH do Solo**

Relativamente ao grau de afecção do fogo ao pH do solo, foi possível notar que a primeira amostra (retirada antes da queima) apresentou um pH de 6, enquanto que a segunda amostra (extraída após a queima) tinha um pH de 7.1.

A figura 3, do capítulo de metodologia ilustra as amostras extraídas antes e depois da queima. Em Angola, estudos sobre o grau de afecção do fogo ao solo quase nunca foram realizados, mas há pesquisas realizadas em outras realidades, particularmente nas zonas tropical e do mediterrâneo.

Por exemplo, Neves *et al.*, (2018), considerou que no Cerrado (Brasil) houve um aumento na frequência de incêndios nas últimas décadas devido ao seu uso para desmatamentos, na agricultura e para manutenção de pastagens. O autor asserssa que as alterações nos estoques de carbono acima do solo na vegetação e alteração na composição de espécies devido as queimadas foram observadas em muitos locais, incluindo o Parque Estadual do Araguaia, localizado no Cerrado da região sul da Amazônia, mas os padrões dos incêndios nesta área ainda não foram quantificados.

Para Gouveia (2018), o fogo provoca uma elevada redução da biodiversidade do solo. Os micro e macro invertebrados serão os primeiros a desaparecer porque ou são queimados ou, ficando sem habitat, são os primeiros a desaparecer. A diversidade de microflora – em termos de número de bactérias e fungos – diminui, embora a diversidade funcional possa manter-se elevada permitindo um aumento dos processos de reciclagem de nutrientes e o restabelecimento da estrutura do solo e a disponibilidade de matéria orgânica.

A complexidade das alterações ao nível da química do solo é bastante elevada mas, de modo geral, pode dizer-se que o fogo reduz a matéria orgânica disponível. Ainda assim pode aumentar a taxa de renovação dos nutrientes e a sua distribuição ao longo do perfil dos solos, em zonas onde a intensidade não tenha sido tão elevada, considera Silva *et al.* (2019).

O fogo afecta além disso a física do solo, que fica bastante afectada devido à perda de matéria orgânica, como afirma Vogel *et al.*, (2018).

Pereira (2019), constatou em estudo realizado em realidades mediterrâneas que as áreas ardidas de montanha do Nordeste de Portugal, alteraram a capacidade de retenção e de infiltração de água no solo pode ficar reduzida. Por outro lado, o autor considera que a ocorrência de incêndios de grande intensidade faz com que se forme uma camada com propriedades hidrófobas, o que contribui para reduzir ainda mais a capacidade de retenção e de infiltração de água. A redução da infiltração da água das chuvas leva a um aumento do escoamento à superfície do solo o que, por sua vez, pode conduzir ao aparecimento de fenómenos de erosão. A erosão do solo será tanto maior quanto maior for o declive e quanto mais exposto ficar o solo após o incêndio.

Diferente de todos os autores que o antecederam alguns pesquisadores considera que o fogo tem algum efeito positivo no solo. Por exemplo, Oliveira *et al.*, (2019) e Costa (2019), afirma que a combustão da matéria orgânica faz com que o solo fique temporariamente enriquecido em cinzas, ou seja, em nutrientes sob a forma mineral, os quais podem ser facilmente utilizados pelas plantas. Este processo está na base da utilização tradicional do fogo para fins agrícolas. É

no entanto, importante referir que, embora se verifique um aumento temporário de nutrientes disponíveis, o balanço global a médio/ longo prazo é bastante negativo, já que enquanto não houver a reposição de uma parte significativa da matéria orgânica, não há possibilidade de restituir ao solo os nutrientes utilizados pelas novas plantas ou novos rebentos. Por outro lado, com as primeiras chuvas pode verificar-se o arrastamento superficial dos nutrientes sob a forma mineral, assim como o seu arrastamento em profundidade até níveis fora do alcance das plantas, o que também contribui para afectar negativamente a fertilidade do solo.

## CONCLUSÃO

As principais conclusões deste estudo são:

- A estimação das variáveis estudadas apresentou o seguinte comportamento do fogo durante a queimada: dimensões das chamas (comprimento das chamas 0,33 m, altura das chamas 0,33 m, profundidade das chamas 0,8 m), intensidade do fogo 6 kcal / m.s, direcção expressiva de propagação das chamas Sul-Este (até 11,05 m), Este-Oeste (8 m) e Norte-Sul (4 m), tempo de permanência das chamas em um mesmo ponto 48 s, quantidade média de calor desprendido por cada unidade de área 330 kcal/ m<sup>2</sup>;
- A determinação do grau de afectação do fogo ao pH do solo mostrou que o fogo acidifica o solo (valor da amostra de solo antes da queima 6 e após a queima 7,1), o que o torna mais empobrecido do ponto de vista de nutriente e fraco de estrutura.

## REFERÊNCIAS

- Alexander, M.E. (2000). Fire behaviour as a factor in forest and rural fire suppression. Forest Research, Rotorua, in association with the New Zealand Fire Service Commission and National Rural Fire Authority, Wellington. Forest Research Bulletin No. 197, Forest and Rural Fire Scientific and Technical Series, Report No. 5. 28 pp.
- Barbosa, R.I. e Fearnside, P.M. 2000. As lições do fogo: O grande incêndio de Roraima. *Ciência Hoje* 27: 27-43.
- Batista, A. C.; Beutling, A.; Pereira, J. F. (2013). Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliottii*. *Revista Árvore*, Outubro, vol.37, n.5, p 779-787.
- Byram, G. M. Combustion of forest fuels. In: DAVIS, K. P. 1999. *Forest fire: Control and use*. New York: Mc Graw Hill, 1959. p.77-84.
- Cawson, J. G., & Duff, T. J. (2019). Forest fuel bed ignitability under marginal fire weather conditions in Eucalyptus forests. *International Journal of Wildland Fire*, 28(3), 198-204.
- Chandler, D. G., Cheng, Y., Seyfried, M. S., Madsen, M. D., Johnson, C. E., & Williams, C. J. (2018). Seasonal Wetness, Soil Organic Carbon, and Fire Influence Soil Hydrological Properties and Water Repellency in a Sagebrush-Steppe Ecosystem. *Water Resources Research*, 54(10), 8514-8527.
- Costa, A. S. (2019). Correção do solo com calcário e cinza vegetal no crescimento inicial do feijão-caupi em latossolo vermelho. UFMT CUR – Rondonópolis.
- Diebel, J.; Norda, J.; Kretchmer, O. (2019). Condições meteorológicas médias de Huambo – Angola. *Weather Spark*. Data de acesso: 10/05/2019. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/78295/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Huambo-Angola-durante-o-ano>.

- Ferreira, A. D. C. D., & de Melo, R. B. (2018). Lesão cerebral ocasionada por projétil de arma de fogo em paciente pediátrico. *Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery*, 37(S 01), A1334.
- Fiedler, N. C.; Medeiros, M. B. Plano de prevenção e combate aos incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra. In: *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra*. IBAMA. Brasília. 67 p.
- Galkina, A., Krause, N., Lenz, M., Daniliuc, C. G., Kaiser, M., & Schmidt, T. J. (2019). Antitrypanosomal Activity of Sesquiterpene Lactones from *Helianthus tuberosus* L. Including a New Furanoheliangolide with an Unusual Structure. *Molecules*, 24(6), 1068.
- Gordon, E. A. (2018). The world burns as global warming crisis explodes. *Guardian* (Sydney), (1835), 6.
- Gouveia, P. J. V. (2018). Resistência ao fogo de estruturas em madeira com e sem proteção (Doctoral dissertation).
- Iraporda, C., Rubel, I. A., Manrique, G. D., & Abraham, A. G. (2019). Influence of inulin rich carbohydrates from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers on probiotic properties of *Lactobacillus* strains. *LWT*, 101, 738-746.
- Lentile, L. B. et al. 2006. Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. *International Journal of Wildland Fire*, v.15, p.319-345.
- Matos, N. (2005). *Memórias e Trabalhos da Minha Vida - Obras Completas do General Norton de Matos*. Imprensa da Universidade de Coimbra, 1669 pp. ISBN 972-8704-30-5, ISBN 972-8704-30-4, ISBN 972-8704-30-6.
- Miranda, F., Fonseca, E. M., & Góes, J. L. (2018). Resistência ao fogo de ligações madeira-aço (WSW), metodologias de cálculo analítica e computacional. *Actas das 6. as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos (6JORNINC) e as 1as Jornadas de Proteção Civil (1JORPROCIV)*, 133-141.
- Neto, M. C. (2012). In *Town and Out of Town: A Social History of Huambo (Angola), 1902-1961*, dissertação de doutoramento, School of Oriental and African Studies/University of London.
- Neves, L. F., Marimon, B. S., Anderson, L. O., & da Silva Neves, S. M. A. (2018). Dinâmica de fogo no parque estadual do araguaia, zona de transição Amazônia-Cerrado. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 44, 85-103.
- Nhamba, M. B. C. (2016). *Contributos para Implementação de um Serviço de Imagiologia no Huambo, Angola*. Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa. Lisboa.
- Oliveira, H., da Silva, A. A. R., de Souza, R. F. A., da Silva Costa, P., Pinheiro, F. W. A., & Sobrinho, T. G. (2019). Pegada hídrica cinza no cultivo de tomate no semiárido brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(2), 197-203.
- Oliveira-Filho, A.T. e Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. Pp. 91-120. In: P.S. Oliveira e R.J. Marquis (eds.). *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna*. New York, Columbia University Press.
- Pereira, A. X. (2019). *Propriedades físico-químicas dos solos em áreas ardidas de montanha do Nordeste de Portugal em diferentes fases de evolução pós-fogo* (Doctoral dissertation).
- Quissindo, A. B. Q.; Oconor, E. F.; Luna, D. P. (2016). Avaliação da vegetação arbórea nas principais ruas da Cidade do Huambo-Angola. *REVSBAU, Piracicaba – SP*, v.11, n.1, p. ISSN eletrônico 1980-7694.
- Silva, J. F., de Souza Costa, F., Lambertucci, D. M., Delson, M., Filho, C., Tavella, L. B., & de Lima Moreira, W. C. (2019). Componentes da Produção de Raízes de Mandioca sob Sistemas

de Preparos do Solo e de Culturas no Sudoeste da Amazônia Brasileira. I Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-graduação, 27.

Soares, R. V; Batista, A.C. 2007. Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba, 2007. 264 p.

Soares, R.V. (1995). Queimas controladas: prós e contras. In: fórum nacional sobre incêndios florestais e reunião conjunta IPEF-FUPEF-SIF. Anais... Piracicaba. p. 6-10.

Torres, F. T. P., Júnior, S., & Lima, G. S. (2019). Influência dos Elementos Meteorológicos Sobre o Comportamento do Fogo. Revista Brasileira de Meteorologia, 34 (1), 33-41.

Vogel, J. G., Hadley, E., Bogert, C., Bracho, R. G., & Shabaga, J. (2018, December). Fire frequency and soil carbon cycling in Alaskan boreal forests. In AGU Fall Meeting Abstracts.