

## A ESTABILIDADE DOS AGREGADOS SOB EFEITO DO FOGO NO PARQUE NACIONAL DAS EMAS

*Stability of households under the effect of fire in Emas National Park*

**Ábia Cristina Pereira Leão Alves**  
Universidade Federal de Jataí – UFJ  
abia\_cristina@hotmail.com

**Márcia Cristina da Cunha**  
Universidade Federal de Jataí  
marcialcunha@ufj.edu.br

**RESUMO:** O uso do fogo tem causado impactos fundamentais no solo. O efeito do fogo altera, direta ou indiretamente, as características físicas, químicas, morfológicas e biológicas do solo, tais como: o *pH*, o teor de nutrientes e o carbono, a biodiversidade da micro, o meso e a macrofauna, a temperatura, a porosidade, a densidade e a granulometria. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi o de verificar o efeito da temperatura na estabilidade dos agregados do solo. Com esse intuito foram analisados diferentes índices para medir possíveis mudanças na distribuição e na estabilidade de agregados no Parque Nacional da Emas (PNE), localizado nos estados brasileiros de Goiás e Mato Grosso do Sul. O estudo foi realizado em quatro pontos distintos, sendo dois em áreas queimadas e dois em áreas não queimadas. Após os monitoramentos, avaliou-se o comportamento da estabilidade dos agregados sob efeito do fogo e das classes dos agregados. Para qualificar os agregados foram usados três índices: (i) agregado retido na peneira em porcentagem, (ii) diâmetro médio e (iii) estabilidade dos agregados em porcentagem. Diante dos estudos, constatou-se que o efeito do fogo e a estabilidade dos agregados foi significativamente superior no solo não queimado comparado ao queimado. Assim, a investigação da estabilidade na agregação foi importante como indicador físico e de grande relevância nas decisões de uso e de manejo do solo.

**Palavras Chave:** Agregados do solo. Granulometria. Conservação do solo.

**ABSTRACT:** The use of fire has fundamental performance in the impacts caused on the soil. The effect of fire alters, directly or indirectly, the physical characteristics, chemical, morphological and biological soils, as *pH*, nutrient and carbon content, biodiversity of the micro, meso and macrofauna, temperature, porosity, density, and granulometry. Like this, the objective of this work was to verify the effect of temperature on the stability of soil aggregates,

with different indices to measure possible changes in distribution and stability of aggregates in the Emas National Park (PNE), states of Goiás and Mato Grosso do Sul, Brazil. The study was conducted in four different points, two in burned areas and two in unburned areas. It was evaluated the behavior of the stability of the aggregates under the effect of fire and of the classes of households. To qualify the aggregates, three indexes were used: aggregate retained in the sieve in percentage, mean diameter and stability of aggregates as a percentage. The effect of fire and the stability of aggregates was significantly higher in unburned soil compared to burned soil. Like this, the study of stability in aggregation was important as a physical indicator, and relevant in land use and management decisions.

**Keywords:** Soil aggregates. Granulometry. Soil conservation.

## INTRODUÇÃO

O fogo é um evento global e de longa ocorrência histórica que atua como filtro ambiental, seja na distribuição, seja composição de vários ecossistemas do mundo (KRAFT et al., 2015; SILVA, 2018), mesmo antes da presença humana (BOND et al., 2005; BOWMAN et al., 2009; SILVA, 2018). No Brasil, o Cerrado é um desses ecossistemas em que o fogo tem um importante papel. Neste ambiente, o fogo pode influenciar o processo evolutivo, gerando alterações na composição das espécies e nas interações entre espécies animais e vegetais (ALMEIDA, 2017).

Segundo Carter e Foster (2004), estudos prévios relatam que a queima, em particular, tem mostrado efeitos benéficos para os ecossistemas em razão da forma de combustão do material orgânico, resultando na mineralização de nutrientes para o solo que serão rapidamente absorvidos pelas plantas. Entretanto, como consequência da queima, podem ocorrer modificações: na taxa de infiltração e evapotranspiração da água do solo; na porosidade; e no aumento do grau de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica e eólica (CASSOL et al., 2004). Além disso, o solo desprotegido oferece uma maior possibilidade de lixiviação e percolação de nutrientes (REDIN et al., 2011).

O fogo atua de forma direta sobre as características químicas do solo (COSTA, 2009), pois a utilização deste mecanismo em pastagens pode gerar redução na capacidade de troca de cátions (CTC), bem como a elevação na acidez do solo que se deve ao efeito das cinzas serem capazes de reduzir, temporariamente, os teores de Alumínio e ácidos orgânicos, além de aumentar a saturação de bases na superfície do solo (GIOVANNINI; LUCCHESI, 1997).

As principais alterações que podem ocorrer nas propriedades físicas de um solo são evidenciadas pela diminuição do volume de macroporos, do tamanho de agregados

e da sua taxa de infiltração de água. Assim, pode ocorrer um aumento da densidade do solo e, conseqüentemente, na resistência à penetração de raízes (ALBUQUERQUE et al., 1995; CAVENAGE et al., 1999; UTSET e CID, 2001; REDIN et al, 2011).

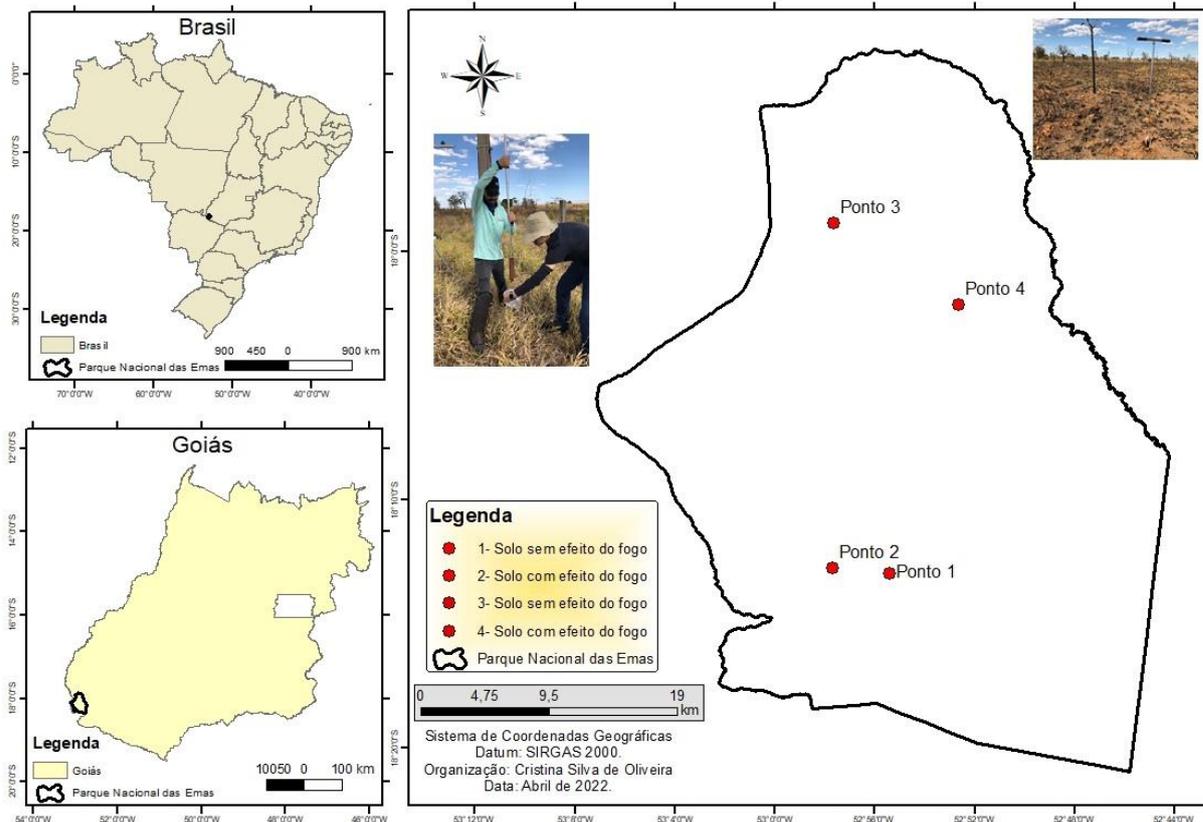
No campo da Geografia Física, existem várias pesquisas que trabalham com a questão da estabilidade dos agregados sobre a consequência das queimadas, tais como Thomaz (2011); Santos et al., (2012); Freitas (2018); Nunes (2018); Calixto (2021). No entanto, embora existam muitos trabalhos que abordem esse tema, no Parque Nacional da Emas (PNE) (área de estudo), localizado nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, existe, ainda, uma carência de pesquisas voltadas à essa questão, especificamente, acerca da estabilidade dos agregados sobre o efeito do fogo. Desse modo, esse é o ponto que reflete a relevância deste trabalho, uma vez que o PNE é uma unidade de conservação de extrema importância para o Bioma Cerrado.

Assim, este trabalho verificou o efeito da temperatura na estabilidade dos agregados do solo, buscando aplicar diferentes índices para mensurar possíveis mudanças na distribuição e estabilidade de agregados, além de propor medidas preventivas e/ou remediadoras para diminuir os impactos das queimadas no PNE, nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, Brasil.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

A presente pesquisa foi realizada no Parque Nacional das Emas (PNE), com 1329,41 km<sup>2</sup> (ICMBIO, 2013), localizada na região nuclear do Cerrado, nos municípios de Mineiros e Chapadão do Céu - estado de Goiás e Costa Rica - estado do Mato Grosso do Sul, entre as latitudes 17°51'S e 18°21' e longitudes 52°44' e 53°08'W, conforme aponta a Figura 1.



**Figura 1-** Localização do Parque Nacional das Emas (PNE) e dos pontos de coleta

**Fonte:** SIEG, 2022

**Elaboração:** Oliveira, C. S (2022).

A geologia da região do PNE está representada por sedimentos e rochas vulcânicas associadas à bacia sedimentar do Paraná, cujos detalhes constam em MILANI (1997); PENA et al., (1975); SCHERER (2002).

O entorno do Parque é marcado por feições de erosão remontante, características das bordas dos chapadões. A superfície plana do PNE é constituída sobre sedimentos cretácicos, da Bacia do Paraná, e sedimentos detrítico-lateríticos terciários, onde se desenvolvem latossolos ocupados por fisionomias vegetais campestres que comportam algumas áreas de acumulação inundáveis às margens do Rio Formoso. Há a presença de vales rasos, de fundos planos e vertentes suaves, ocasionalmente retomados pela erosão holocênica, onde ocorrem solos hidromórficos ocupados por veredas (RAMOS NETO, 2000; IBAMA, 2004; FRANÇA et al., 2007).

Os solos são ácidos devido à pobreza em bases do material de origem (rochas) ou a processos de formação que favorecem a remoção ou lavagem de elementos básicos (lixiviação) como K, Ca, Mg, Na, entre outros. A origem da acidez do solo é causada,

principalmente, por lavagem de Ca e Mg, pela água da chuva ou irrigação, por meio da remoção dos nutrientes pelas colheitas e pela utilização da maioria dos fertilizantes químicos (RAMOS NETO, 2000; IBAMA, 2004; FRANÇA et al., 2007).

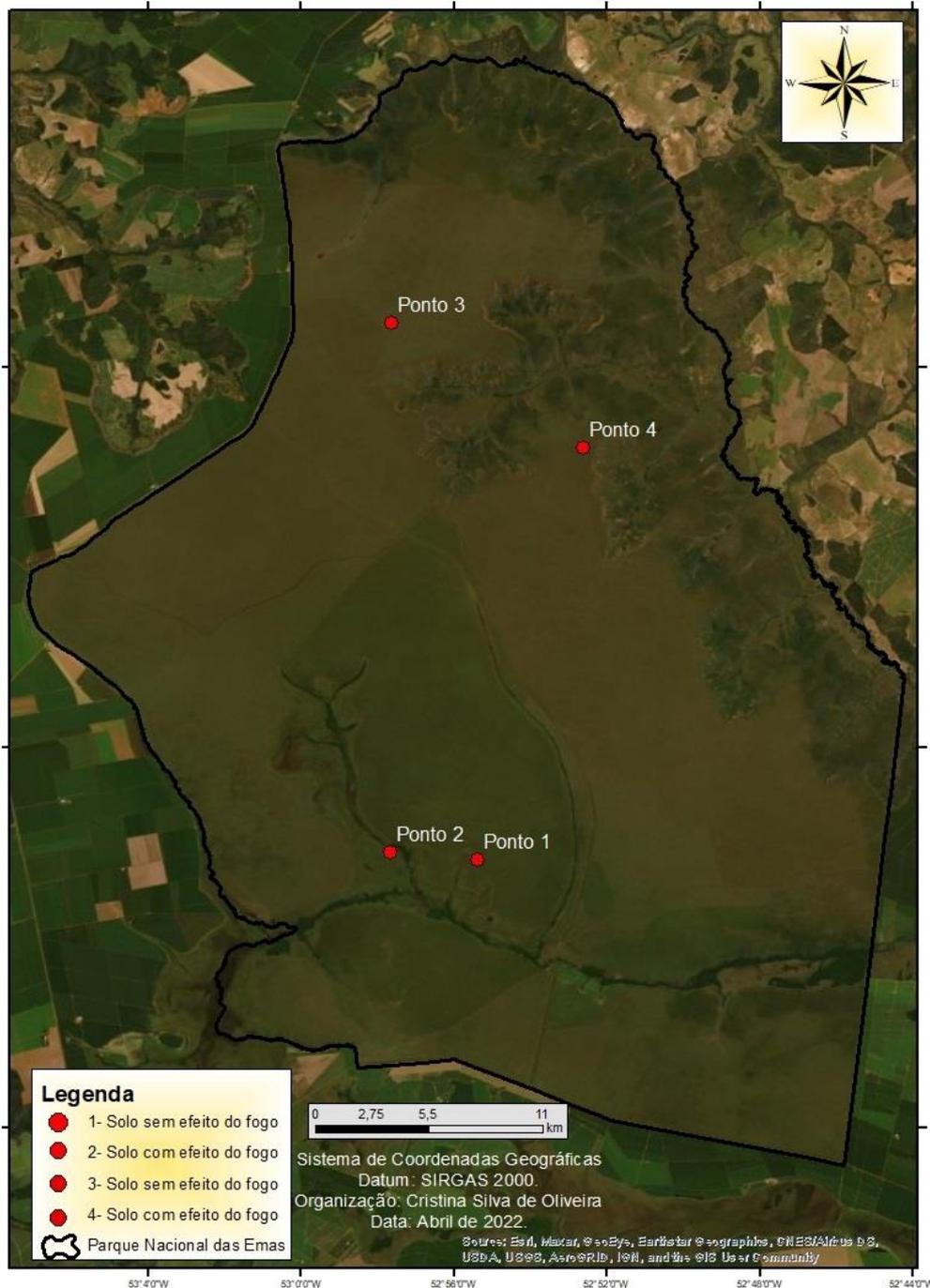
A área do parque é formada por uma superfície aplainada, onde se desenvolvem desde latossolos vermelhos e argilosos até latossolos claros arenosos, ocupados por fisionomias vegetais pouco densas – como o Campo Limpo e o Campo Cerrado –. Além disso, há algumas áreas de acumulação inundáveis, marcantes na rede de drenagem, sendo: vales rasos de fundo plano e vertentes suaves, ocasionalmente retomadas pela erosão, onde ocorrem solos hidromórficos ocupados por veredas (RAMOS NETO, 2000; IBAMA, 2004; FRANÇA et al., 2007).

A região do PNE caracteriza-se pelo clima tropical, onde está incluída a quase totalidade do bioma Cerrado. Desse modo, temos um clima quente, variando de úmido a semiárido, com até cinco meses de seca (RAMOS NETO, 2000; IBAMA, 2004; FRANÇA et al., 2007).

Quanto à localização, o PNE está situado em um divisor de águas, com sua porção noroeste fazendo parte da bacia do rio Araguaia e o restante da sua extensão pertencente à bacia do rio Paraná. A hidrografia do PNE é composta pelos rios Formoso e Jacuba, cujas nascentes localizam-se no interior do Parque e deságuam no rio Corrente (RAMOS NETO, 2000; IBAMA, 2004; FRANÇA et al., 2007).

## **Procedimentos**

A metodologia adotada para esta pesquisa traça dois percursos: (i) inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema e, posteriormente, (ii) Procedeu-se com os trabalhos de campo, onde em observação *in loco* foram identificadas as áreas com e sem alteração do fogo. Em seguida, foram selecionados quatro (4) pontos amostrais para coleta de solos, os quais foram escolhidos por apresentar solos em diferentes condições, sendo duas coletas em solos queimados e duas em solos não queimados, respectivamente. Os pontos foram classificados da seguinte forma: pontos 1 e 3 (solos não queimados); pontos 2 e 4 (solos queimados), assim como está exposta na Figura 2.



**Figura 2** - Localização dos pontos de coletas no PNE

**Fonte:** SIEG, 2022

**Elaboração:** Oliveira, C. S (2022).

Para a coleta das amostras, de acordo com os locais determinados, foi retirada uma (01) amostra por ponto, as quais foram retiradas em profundidade de 0-20 cm. O solo foi coletado com trado manual, na posição 45°, sendo raspado o solo na lateral do mesmo, aproveitando somente a porção central de solo presa no instrumento, evitando,

assim, a contaminação. Cada amostra coletada tinha aproximadamente quinhentas gramas (500g) e foram transferidas para sacos plásticos previamente identificados.

No laboratório de Pedologia e Erosão de Solos, da Universidade Federal de Jataí - UFJ, realizaram-se as análises onde cinquenta gramas (50g) de solo, que após ser pesadas na balança analítica, foram submetidas, inicialmente, ao tratamento de controle (secagem das amostras em temperatura ambiente de aproximadamente 22°C/48 h) e, posteriormente, as amostras foram submetidas ao método de peneiramento seco. Na sequência, as amostras de cinquenta gramas (50g) foram pesadas novamente na balança analítica e peneiradas por 60s em um agitador de peneira eletromecânico, o procedimento separou as classes de agregados (granulometria). Feito o procedimento, as amostras foram fracionadas conforme as seguintes classes granulométricas: 2,0mm, 1,4mm, 1,0mm, 0,710mm, 0,500mm, 0,355mm, 0,250mm, 0,180mm, 0,125mm, <0,125mm, totalizando um conjunto de nove peneiras. Em seguida, pesou-se a fração retida em cada peneira.

De acordo com as normas da ABNT, adaptado de Thomaz (2011), a distribuição e a quantidade de agregados (peso-volume), de uma peneira para a outra, foi obtida por meio da razão entre a quantidade de agregados retidos em cada peneira pelo total de material avaliado (Equação 1). É importante ressaltar que, para este estudo, a fração de areia contida nos agregados foi desconsiderada nas análises. Desse modo, os índices dos agregados retidos na peneira – em porcentagem, diâmetro médio e estabilidade em porcentagem –, foram obtidos por meio das seguintes equações:

#### **Equação (1)**

##### ***Agregado retido na peneira em porcentagem***

$$A\% = \frac{PAR}{PAT} \times 100$$

A% – Agregado retido na peneira em porcentagem

PAR – Peso de agregado retido na peneira (g)

PAT – Peso total da amostra total (g)

#### **Equação (2)**

##### ***Diâmetro médio dos Agregados***

$$DMA = \sum X_i Y_i$$

DMA – Diâmetro Médio de Agregados

$X_i$  – Diâmetro médio da classe de agregados (mm)

$Y_i$  – Proporção de agregado retido em cada classe em relação à amostra total

### Equação (3)

#### *Estabilidade de agregados*

$$EA\% = \frac{PAR - PA < 0,125mm - areia}{PAT - areia} \times 100$$

EA% – Estabilidade de Agregados em porcentagem

PAR – Peso de agregados retidos > 0,125mm

PA – Peso de agregados < 0,125mm

PTA – Peso total da amostra

Diante das análises, verificou-se que os índices apresentam interpretações diferentes, visto que, o DMA aumenta à medida que agregados maiores ficam retidos nas peneiras e EA% pode variar de 1 a 100% e indica a agregação de acordo com tratamento aplicado no solo. (e.g manejo do solo) (KEMPERE ROSENAU 1986; CASTRO FILHO et al., 2002; DIAZ-ZORITA et al.,2002; THOMAZ, 2011). No processo de verificar os resultados foram levados em consideração três requisitos: Agregados retidos na peneira em porcentagem (ARP), Diâmetro médio de agregados (DMA) e Estabilidade de agregados em porcentagem (EAP), sendo os resultados apresentados por meio de tabelas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados nas observações, constatou-se que no ponto 1 (solo não queimado), houve retenção na peneira de 2mm, de ARP e DMA, com 29,93% e 59,86%, respectivamente. Já a peneira de 0,710mm teve uma significativa retenção dos agregados, com o ARP de 20,19% e o DMA de 14,33%; e a de 0,250mm com um ARP de 12,04% e o DMA de 3,01%, sendo assim, a EAP deste ponto ficou em 95,08% (tabela 1).

**Tabela 1-** Estabilidade dos agregados (solo não queimado)

<b>PENEIRAS (MM)</b>	<b>GRAMAS</b>	<b>ARP %</b>	<b>DMA (MM/%)</b>	<b>EAP %</b>
2,0	12,13	29,93	59,86	
1,4	2,64	6,51	9,11	
1,0	2,98	7,35	7,35	
0,710	8,18	20,19	14,33	
0,500	3,69	9,10	4,55	
0,355	2,48	6,12	2,14	
0,250	4,88	12,04	3,01	
0,180	1,60	3,95	0,71	
0,125	1,13	2,79	0,34	
> 0,125	0,82	2,02	0,25	
<b>TOTAL</b>	<b>40,53</b>	<b>100</b>	<b>101,65</b>	<b>95,08</b>

**Organização:** Autoras (2022)

Podemos observar que no ponto 2 (solo queimado), a maior quantidade de agregados retidos ficou na peneira de 2mm, com ARP de 36,12% e DMA de 72,24%. Diante disso, verificou-se que nenhuma das demais peneiras reteve um maior número de agregados, tendo, portanto, pouca variabilidade entre elas, sendo a porcentagem da EAP de 85,09%.

**Tabela 2-** Estabilidade dos agregados (solo queimado)

<b>PENEIRAS (MM)</b>	<b>GRAMAS</b>	<b>ARP %</b>	<b>DMA (MM/%)</b>	<b>EAP %</b>
<b>2,0</b>	14,49	36,12	72,24	
<b>1,4</b>	1,64	4,09	5,72	
<b>1,0</b>	2,02	5,04	5,04	
<b>0,710</b>	2,53	6,31	4,48	
<b>0,500</b>	3,18	7,93	3,96	
<b>0,355</b>	3,85	9,60	3,40	
<b>0,250</b>	3,46	8,63	2,15	
<b>0,180</b>	3,42	8,53	1,53	
<b>0,125</b>	2,44	6,08	0,76	
<b>&gt;0,125</b>	3,08	7,67	0,95	
<b>TOTAL</b>	<b>40,11</b>	<b>100</b>	<b>100,23</b>	<b>85,09</b>

**Organização:** Autoras (2022)

No ponto 3 (solo não queimado), a peneira de 2mm teve ARP de 30,04% e um DMA de 60,08%, tendo, assim, maior retenção de agregados. As peneiras 0,355mm e

0,250mm retiveram uma quantidade de agregados maior que as outras, sendo o ARP de 15,13% e 13,59%, e o DMA de 5,37% e 3,39%, respectivamente, com EAP de 75,11%.

**Tabela 3-** Estabilidade dos agregados (solo não queimado)

<b>PENEIRAS (MM)</b>	<b>GRAMAS</b>	<b>ARP %</b>	<b>DMA (MM/%)</b>	<b>EAP %</b>
<b>2,0</b>	11,83	30,04	60,08	
<b>1,4</b>	0,87	2,21	3,09	
<b>1,0</b>	0,92	2,34	2,34	
<b>0,710</b>	1,40	3,55	2,52	
<b>0,500</b>	2,59	6,58	3,29	
<b>0,355</b>	5,96	15,13	5,37	
<b>0,250</b>	5,35	13,59	3,39	
<b>0,180</b>	4,32	10,97	1,97	
<b>0,125</b>	2,48	6,30	0,78	
<b>&gt;0,125</b>	3,66	9,29	1,16	
<b>TOTAL</b>	39,38	100	83,99	75,11

**Organização:** Autoras (2022)

Constamos que no ponto 4 (solo queimado), a peneira de 2mm reteve maior quantidade de agregados, com ARP de 18,70% e o DMA de 37,58%. Nesse ponto, outra peneira teve um significativo número na retenção dos agregados, a de 0,355mm teve um ARP de 16,34% e o DMA de 5,80%, já a EAP ficou em 64,85%.

**Tabela 4-** Estabilidade dos agregados (solo queimado)

<b>PENEIRAS (MM)</b>	<b>GRAMAS</b>	<b>ARP %</b>	<b>DMA (MM/%)</b>	<b>EAP %</b>
<b>2,0</b>	7,45	18,79	37,58	
<b>1,4</b>	0,73	1,84	2,57	
<b>1,0</b>	0,84	2,12	2,12	
<b>0,710</b>	1,44	3,63	2,57	
<b>0,500</b>	2,94	7,41	3,70	
<b>0,355</b>	6,48	16,34	5,80	
<b>0,250</b>	5,49	13,84	3,46	
<b>0,180</b>	5,59	14,10	2,53	
<b>0,125</b>	3,46	8,72	1,09	
<b>&gt;0,125</b>	5,24	13,21	1,65	
<b>TOTAL</b>	39,66	100	63,07	64,85

**Organização:** Autoras (2022)

Desse modo, averiguamos que nos pontos sem o efeito do fogo a estabilidade dos agregados foi maior em relação aos pontos com efeito do fogo, com diferença de

6,4% na estabilidade dos agregados em solos queimados quando comparados aos solos sem o efeito do fogo.

Segundo Gonçalves et al., (2012), o efeito da temperatura sobre as propriedades do solo tem se tornado cada vez mais abordado nas pesquisas em diversas áreas do conhecimento científico. Estima-se que aproximadamente 30% da superfície terrestre sofra com queimadas sazonais em diversas intensidades e duração (CHUVIECO et al., 2008). Os principais agentes responsáveis pelo fogo são: o homem e os relâmpagos (PINEDA et al., 2014).

Em outro estudo, também em pastagem natural nos campos sulinos brasileiros, foi constatado que a queima elevou os teores e a saturação de Alumínio e a acidez potencial. Em contraponto, a pesquisa apontou que houve uma redução nos teores de magnésio na parte superficial do solo, de modo que o fogo reduziu a produtividade da vegetação nativa e prejudicou as características do solo (COSTA, 2009).

A retirada da cobertura vegetal também deixa a superfície do solo diretamente afetada pela radiação solar, aumentando sua temperatura em determinados momentos do dia e, conseqüentemente, alterando a amplitude das variações térmicas diárias (OLIVEIRA e SILVA, 1994), podendo, assim, afetar a estrutura das partículas do solo pela agressividade nos processos de expansão e contração das argilas. Nesse sentido, podem ocorrer, também, mudanças nas taxas de infiltração e evapotranspiração da água, na porosidade e no aumento do grau de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica e eólica (REDIN, et al., 2011). Assim como outros atributos, a estabilidade dos agregados do solo altera-se com a ocorrência dos incêndios (FREITAS, 2018).

Thomaz (2011), ao estudar a influência da temperatura na estabilidade dos agregados, verificou que a temperatura de 200°C já é notável a destruição de agregados maiores (2mm), em decorrência, provavelmente, da destruição de agentes cimentantes, como a matéria orgânica. O autor observou que os agregados de 2,0 mm foram os mais afetados, especialmente, a temperatura de 200° C. Esse efeito influenciou nos índices de diâmetro médio geométrico-DMG, de diâmetro médio dos agregados-DMA e na estabilidade de agregados em porcentagem-EA% que foram sempre inferiores na referida temperatura (THOMAZ, 2011).

O mesmo autor relata que temperaturas baixas (100-150°C) são facilmente alcançadas pelo fogo quando aplicado de forma controlada e que a estas temperaturas também podem ocorrer alterações na estabilidade dos agregados (THOMAZ, 2011).

Portanto, assim como nos estudos anteriores mencionados, os índices trabalhados para analisar o efeito do fogo no solo do PNE foram importantes para identificar a mudança nos diâmetros dos agregados do solo, bem como na estabilidade, pois são influenciados por um comportamento específico relacionado a cada classe de agregado presente no solo.

Freitas (2018) realizou uma pesquisa para interpretar os resultados dos valores médios dos atributos físicos e químicos do solo, em Bragança (Portugal), e para descrever a influência desses no comportamento da estabilidade dos agregados. Segundo o referido autor, a superioridade da estabilidade dos agregados presente no solo, sem efeito do fogo em detrimento do solo com efeito do fogo, está associada diretamente aos impactos causados pelo fogo nos atributos físicos e químicos do solo, o que se reflete diretamente na estabilidade dos agregados.

Para Freitas (2018), no solo sem efeito do fogo os valores médios da matéria orgânica, da CTC e do  $\text{Ca}^{2+}$  foram superiores em relação ao solo com efeito do fogo, e, assim, infere-se que esses atributos influenciaram diretamente na superioridade da estabilidade dos agregados no solo analisado. O pesquisador observou, ainda, que em comparação às classes dos agregados do solo (classe 0,25 mm e classe 0,4 mm), não apresentaram diferenças significativas entre si. Entretanto, ao fazer uma análise individual de cada área, notou-se que a estabilidade dos agregados é significativamente superior na classe 0,25 mm comparado à classe 0,4 mm, corroborando, assim, com os resultados encontrados na estabilidade dos agregados do solo no PNE (FREITAS, 2018).

Neary et al., (1999) reforçam que o impacto do fogo sobre a sustentabilidade dos solos deve-se às profundas alterações na sua estrutura e na sua funcionalidade, além disso, está diretamente relacionado com as propriedades físicas, tais como: estabilidade dos agregados, textura, permeabilidade e densidade.

A intensidade dos processos erosivos, decorrentes das alterações na densidade vegetativa e compactação do solo pós-fogo, varia de acordo com o regime, intensidade e tempo de permanência do fogo e a sensibilidade geomorfológica de determinado local,

pois queimadas intensas em áreas de grande potencial erosivo vão gerar uma grande produção de sedimento e causar maiores alterações ao meio ambiente (SWANSON, 1981).

Assim, a pesquisa realizada no PNE corrobora com a literatura consultada em que houve alteração física na estabilidade dos agregados em função das temperaturas elevadas causada pelo fogo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados, verificou-se que o efeito do fogo provoca no solo, direta ou indiretamente, uma série de modificações de natureza física, química e biológica e que essas modificações podem ser pontuais ou zonais.

Este estudo demonstrou que, para os dados analisados, as práticas de queimadas podem provocar instabilidade nos agregados do solo, ocasionando danos nas partículas do mesmo, sendo, muitas vezes, irreversíveis. Neste sentido, pesquisas que visam mitigar ou evitar problemas ambientais, principalmente em áreas de conservação, como o Parque Nacional das Emas, são de fundamental importância no âmbito do Bioma Cerrado.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. **O fogo e a biodiversidade: os dois lados de uma mesma moeda.** Disponível em: <

CARTER, M. C.; FOSTER, C. D. **Prescribed burning and productivity in southern pine forests: a review.** Forest Ecology Management, Madison, v. 191, n. 1-3, p. 93-109, apr. 2004.

CASSOL, E. A. et al. **Erosividade das chuvas em Taquari, RS, determinada pelo índice EI30, no período de 1963 a 1999.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. Anais. Santa Maria: SBCS, 2004.

CHUVIECO, E.; GIGLIO, L.; JUSTICE, C. **Global characterization of fire activity: toward defining fire regimes from Earth observation data.** *Global Change Biology*. v. 14, n. 7, p. 1488-1502, 2008.

COSTA, M. R. G. F. **Uso do fogo em pastagens naturais.** UFC. Fortaleza, Ceará. 2009.

GIOVANNINI, G.; LUCCHESI, S. Modifications induced in soil physico-chemical parameters by experimental fires at different intensities. **Soil Science**, [s.l.], v. 162, n. 7, p.479-486, 1997. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). DOI: 10.1097/00010694-199707000-00003.

FRANÇA, H., RAMOS NETO, M. B.; SETZER, A. **O fogo no Parque Nacional das Emas.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2007.

FREITAS, D.A. **Estabilidade da agregação em áreas ardidas e não ardidas no nordeste de Portugal: um importante indicador da qualidade do solo.** Instituto Politécnico de Bragança – IPB. Bragança, 2018.

IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas.** Brasília, DF: [s.n.], 2004.

KEMPER, W. D.; RC, ROSENAU. **Aggregate stability and size distribution.**(Cap.17). pp. 425-442. *In:* Klute, A. (ed.). *Methods of soil analysis (part 1). Physical and mineralogical methods.* SSSA Book Series n.5. Madison, Wisconsin USA., 1986. 1188pp.

KUTIEL, P.; INBAR, M. **Fire impacts on soil nutrients and soil erosion in a Mediterranean pine forest plantation.** *Catena*, [s.l.], v. 20, n. 1-2, p.129-139, fev. 1993. Elsevier BV. DOI: 10.1016/0341-8162(93)90033-1.

NEARY, D. G.; KLOPATEK, C. C.; DEBANO, L. F.; FFOLLIOTTI, P. F. **Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis.** *Forest Ecology and Management*, v. 122, n. 1-2, p. 51-71, 1999.

OLIVEIRA, M. E. de; SILVA, I. L. da. **Efeitos do fogo sobre o solo.** *Floresta e Ambiente*, [s.l.], p.142-145, 1994.

PINEDA, N.; MONTANYÀ, J.; VAN. **Related to wildfire ignitions in Catalonia.** DER VELDE, O. A. *Characteristics of lightning Atmospheric research*. v. 135, p. 380-387, 2014.

RAMOS NETO, M. B. **O Parque Nacional das Emas (GO) e o fogo: implicações para a conservação biológica.** São Paulo. 159 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2000.

REDIN, M.; SANTOS, G.D.F.D.; MIGUEL, P.; DENEGA, G.L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E.L.D. **Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.21, n.2, p.381-392, abr.-mai., 2011.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002.** *Revista Floresta*, v. 36, n. 1, 2012.

**SILVA, L.G.D. Comportamento e efeito do fogo sobre os ecossistemas do bioma cerrado: modelos baseados em processos.** Brasília-DF, mar., 2018.

**SWANSON, F. J. Fire and Geomorphic Processes.** In: MOONEY, H. A. et al (Org.). Fire regimes and ecosystem properties. Honolulu: General Technical Report Wo-26, 1981. p. 401-420.

**THOMAZ, E.L. Influência da temperatura no diâmetro e na estabilidade de agregados em chernossolo, Saskatchewan, Canadá.** Asociacion Argentina Ciencia del Suelo. 2011.