



## Estabilidade da agregação: indicador da qualidade do solo de grande relevância nas decisões quanto ao uso e ao manejo do solo

## Aggregation stability: indicator of soil quality of great relevance in decisions regarding soil use and management

DOI: 10.54020/seasv3n3-016

Recebimento dos originais: 05/05/2022  
Aceitação para publicação: 01/07/2022

---

### Daniela Aparecida Freitas

Doutoranda em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais  
Instituição: Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa  
Endereço: Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, Portugal  
E-mail: daniela13\_ita@hotmail.com

### Felícia Fonseca

Professora do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal  
Instituição: Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária  
Endereço: Campus de Santa Apolónia, 5300-253, Bragança, Portugal  
E-mail: ffonseca@ipb.pt

### Tomás de Figueiredo

Professor do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal  
Instituição: Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária  
Endereço: Campus de Santa Apolónia, 5300-253, Bragança, Portugal  
E-mail: tomasfig@ipb.pt

---

## RESUMO

O manejo dos solos impactados pelos incêndios é um dos principais desafios enfrentado atualmente por Portugal. Neste contexto, o estudo de indicadores da qualidade dos solos, como a estabilidade da agregação, tornou-se essencial, pois os mesmos são sensíveis às mudanças provocadas no meio e refletem o seu grau de perturbação. O presente trabalho teve como objetivo analisar áreas aridas e não aridas no Distrito de Bragança, Nordeste de Portugal, e avaliar o comportamento da estabilidade da agregação relacionando-a com atributos físicos e químicos do solo. O estudo foi realizado em três áreas de amostragem distintas, Soutelo (ST), Parâmio (PR) e Quintela de Lapaças (QL), afetadas por incêndios, respectivamente, nos anos de 2015, 2016 e 2017. A colheita de amostras de solo realizou-se em zonas vizinhas aridas e não aridas, nas profundidades de 0-5 e > 5 cm. Utilizou-se um equipamento denominado estabilizador de agregados com crivos de malha 0,4 mm e crivos de malha 0,25 mm no qual foram estabelecidas duas classes de tamanho de agregados: Classe 0,4 mm e Classe 0,25 mm. Em ST e PR foi avaliado o comportamento da estabilidade dos agregados sob o efeito do fogo, das classes dos agregados e



das profundidades, além disso, foi avaliado também a variação temporal da estabilidade da agregação pós fogo. Todo o tratamento estatístico foi efetuado com recurso às ferramentas do software Excel. Como resultado, observou-se que a estabilidade da agregação foi significativamente superior no estado não ardido, na classe 0,25 mm e na profundidade de 0-5 cm. E em relação à variação temporal pós fogo, a área PR, ardida em 2016, foi a que registrou a maior estabilidade. Assim, é notória a importância do estudo da estabilidade da agregação, pois a mesma revela-se como um importante indicador físico da qualidade do solo, de grande relevância nas decisões quanto ao uso e ao manejo do mesmo.

**Palavras-chave:** incêndios, agregados dos solos, manejo e conservação dos solos.

## ABSTRACT

The management of the soils impacted by the fires is one of the main challenges currently faced by Portugal. In this context, the study of soil quality indicators, such as the stability of aggregation, has become essential because they are sensitive to changes in the environment and reflect their degree of disturbance. The objective of this study was to analyze the burned and non-burned areas in the District of Bragança, Northeast of Portugal, and to evaluate the stability behavior of the aggregation, relating it to physical and chemical soil attributes. The study was carried out in three different sampling areas, Soutelo (ST), Parâmio (PR) and Quintela de Lapaças (QL), affected by fires, respectively, in the years 2015, 2016 and 2017. Soil samples were collected in neighboring burned and non-burned areas, at depths of 0-5 and > 5 cm. A device called an aggregate stabilizer with 0.4 mm mesh sieves and 0.25 mm mesh sieves was used in which two size classes of aggregates were established: Class 0.4 mm and Class 0.25 mm. In ST and PR, the behavior of aggregate stability under fire, aggregate and depth classes was evaluated. In addition, it was also evaluated the temporal variation of post-fire aggregation stability. All the statistical treatment was done using the Excel software tools. As a result, it was observed that the stability of the aggregation was significantly higher in the non-burned state, in the class 0.25 mm and in the depth of 0-5 cm. And in relation to the post-fire time variation, the PR area, burned in 2016, was the one with the highest stability. Thus, it is important to study the stability of aggregation, since it is an important physical indicator of soil quality, which is of great relevance in the decisions regarding its use and management.

**Keywords:** fires, aggregates of soils, soil management and conservation.

## 1 INTRODUÇÃO

As intervenções do homem na natureza fazem-se presentes desde os primórdios da humanidade, contudo, a partir do último século, com a assídua utilização e degradação dos recursos naturais, surgiram graves alterações no sistema climático terrestre e essas alterações refletiram diretamente no tipo, uso e manejo dos solos (Silva et al, 2007). Diante deste contexto, Fialho et al (2008)



recomenda-se monitorar constantemente os solos com o objetivo de determinar e preservar sua qualidade para que os mesmos possam desempenhar suas funções de forma contínua.

Uma das formas de determinar a qualidade do solo é por meio da avaliação de indicadores físicos (Monteiro & Ponciano, 2012) que estão relacionados com o arranjo das partículas e do espaço poroso do solo e, dentre esses indicadores físicos, destaca-se a estabilidade dos agregados, considerada um importante atributo físico indicador da qualidade do solo (Garcia & Rosolem, 2010).

Entretanto, esse indicador é fortemente sensível a algumas perturbações do meio como os incêndios, uma vez que o fogo mata grandes quantidades de microrganismos ativos no solo e destroem agentes cimentantes que participam diretamente na formação dos agregados (Thomaz, 2011). Diante disso, os solos portugueses têm ficado comprometidos em relação à funcionalidade desse indicador, pois todos os anos Portugal tem sofrido com graves incêndios, favorecidos, em sua maioria, pelo clima e pela presença de espécies altamente inflamáveis, levando assim a existência de grandes extensões de áreas ardidas.

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar áreas ardidas e não ardidas no Distrito de Bragança, Nordeste de Portugal, e avaliar a estabilidade da agregação relacionando-a com atributos físicos e químicos do solo.

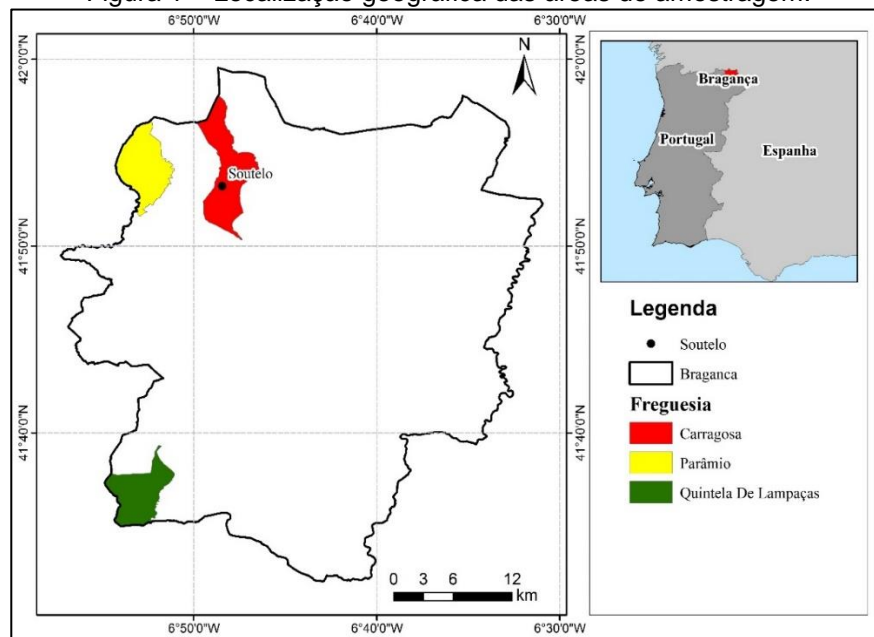
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM

O presente trabalho foi conduzido em três áreas de amostragem distintas, Soutelo (41° 52' N e 6° 48' O), Parâmio (41° 53' N e 6° 5' O) e Quintela de Lampaças (41° 36' N e 6° 52' O), que foram afetadas por incêndios, respectivamente, nos anos de 2015, 2016 e 2017. Todas as áreas de amostragem localizam-se no nordeste de Portugal, distrito de Bragança (Figura 1).



Figura 1 – Localização geográfica das áreas de amostragem.



Fonte: autora (2018)

As áreas avaliadas caracterizam-se por uma elevada precipitação na estação fria e uma quase ausência de precipitação nos meses mais quentes, com predominância de solos delgados (Leptosolos) de espessura inferior a 30 cm e tem-se os matos como vegetação local.

## 2.2 DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

Nas áreas de amostragem de Soutelo (ST) e Parâmio (PR), a colheita de amostras de solo realizou-se em zonas vizinhas ardidas e não ardidas. Em Quintela de Lampaças (QL), a amostragem realizou-se apenas em zonas ardidas, por não haver área não ardida com características idênticas na vizinhança. Foram colhidas amostras aleatoriamente em 4 pontos nas áreas ardidas e não ardidas, nas profundidades 0-5 cm e > 5 cm, tanto para a determinação da estabilidade dos agregados, quanto para a determinação de outros atributos físicos e químicos dos solos.

Para a estabilidade dos agregados, no Laboratório de Solos da Escola Superior Agrária de Bragança, as amostras após serem secas, foram crivadas em crivos de malha 2 e 1 mm, sendo usado para a análise apenas as partículas retidas no crivo 1 mm.

Utilizou-se um estabilizador de agregados, um equipamento que simula as forças mecânicas e físico-químicas da dispersão, com crivos de malha 0,4 mm e



crivos de malha 0,25 mm. Foram estabelecidas duas classes de tamanho de agregados: Classe 0,4 mm (partículas com dimensões entre 0,4 e 1 mm) e Classe 0,25 mm (partículas com dimensões entre 0,25 e 1 mm). Esta última classe representou a situação limite entre macroagregados (> 250  $\mu\text{m}$ ) e microagregados (20-250  $\mu\text{m}$ ).

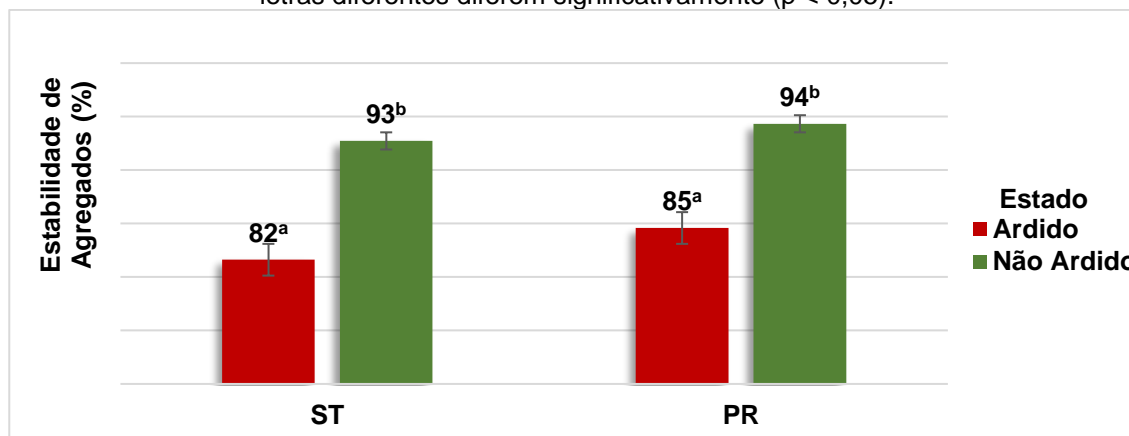
Todo o tratamento estatístico foi efetuado com recurso às ferramentas do software Excel.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas áreas de ST e PR foi analisado o comportamento da agregação sob o efeito do fogo, da classe dos agregados e da profundidade. Constatou-se que para esses parâmetros avaliados não houve diferença significativa entre as áreas de estudo.

Contudo, sob o efeito do fogo, a estabilidade da agregação foi significativamente superior no estado não ardido comparativamente ao ardido (Figura 2).

Figura 2 – Estabilidade dos agregados sob o estado ardido e não ardido. Valores seguidos de letras diferentes diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).



A superioridade da estabilidade da agregação presente no estado não ardido em detrimento do ardido foi associada aos impactos causados pelo fogo nos atributos físicos e químicos do solo, o que se reflete diretamente na estabilidade dos agregados. Resultado semelhante foi observado por Solera et al (2011), no qual constatou que a estabilidade dos agregados do solo após o fogo fica condicionado pelo estado de degradação da matéria orgânica. Contudo, os



mesmos autores afirmam que a matéria orgânica não é o único agente cimentante das partículas do solo e como pode ser observado na Tabela 1, para o presente trabalho, além da matéria orgânica (MO), a capacidade de troca catiônica (CTC), a Dap (densidade aparente), o pH e os cátions  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Al^{3+}$  influenciaram, de forma conjunta e assídua, o comportamento da estabilidade dos agregados no estado ardido e no não ardido.

Observa-se que no estado não ardido os valores médios da MO, da CTC e do cátion  $Ca^{2+}$  foram superiores em relação ao ardido, e assim, infere-se que esses atributos influenciaram diretamente na superioridade da estabilidade dos agregados neste estado. Sabe-se que a MO é um dos atributos de maior importância na estabilidade dos agregados, além de ser a principal reguladora da CTC, pois ela contém cargas negativas e, o número total de cátions que determinado solo pode reter (CTC) depende essencialmente de cargas negativas presentes no meio (argila e matéria orgânica).

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão dos atributos químicos e físicos do solo no estado ardido e não ardido das áreas experimentais de Soutelo (ST) e Parâmio (PR), consideradas conjuntamente.

Estado	Atributos							
	MO (%)	Dap ( $g\ cm^{-3}$ )	CTC ( $cmol\ kg^{-1}$ )	pH ( $H_2O$ )	$Mg^{2+}$ ( $cmol\ kg^{-1}$ )	$Ca^{2+}$ ( $cmol\ kg^{-1}$ )	$Al^{3+}$ ( $cmol\ kg^{-1}$ )	EA (%)
Ardido	10,3±2,5	0,9±0,09	15,1±6,1	5,2±0,4	8,9±4,8	2,4±0,9	3,0±1,6	83,3±2,2
Não Ardido	11,6±3,0	0,8±0,2	18,4±4,1	4,8±0,4	7,4±2,2	7,2±2,2	2,6±0,9	93,5±1,6

MO – matéria orgânica; Dap – densidade aparente; CTC – capacidade de troca catiônica; EA – estabilidade dos agregados.

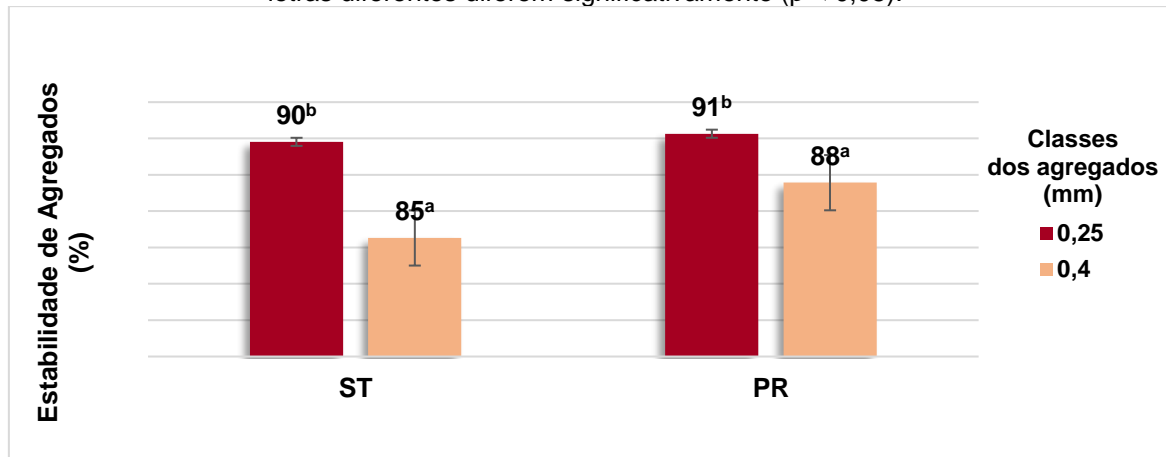
De acordo com Calegari et al (2006) o acúmulo de MO favorece a disponibilidade de macro e micronutrientes, aumenta a CTC e diminui os efeitos tóxicos do  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ . Bayer et al (2006) complementam ainda que elevados teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  aliados a menor teor de  $Al^{3+}$ , beneficia as diversas culturas e propicia uma maior produção de resíduos vegetais com um elevado fluxo de energia e matéria, que acaba por promover uma elevada organização do solo, com desenvolvimento de agregados com estruturas grandes e complexas.

Observou-se que quanto às classes dos agregados do solo (classe 0,25 mm e classe 0,4 mm), a agregação foi significativamente superior na classe 0,25



mm comparativamente à classe 0,4 mm (Figura 3). Tal resultado deve-se à presença de agregados mais ligados e mais estáveis, os quais constituem as classes de agregados menores, ou seja, de 0,25 mm no caso do presente estudo. Segundo Bastos et al (2005), geralmente, os agregados menores são mais estáveis que os maiores, pois são compostos de pequenos agrupamentos de argila e matéria orgânica, agentes responsáveis pela agregação e estabilidade. E assim pode-se inferir que os microagregados são menos suscetíveis a perturbações antropogênicas (como o fogo), do que os macroagregados.

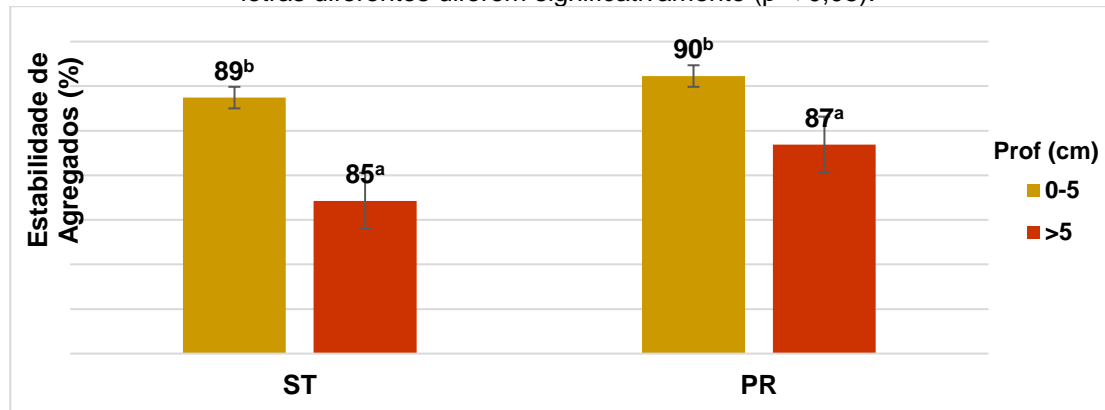
Figura 3 – Estabilidade dos agregados das classes 0,25 mm e 0,4 mm. Valores seguidos de letras diferentes diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).



Em relação à profundidade, a estabilidade dos agregados foi estatisticamente superior na profundidade 0-5 cm comparativamente à > 5 cm (Figura 4). Pressupõem que esse resultado esteja relacionado com a maior concentração de matéria orgânica nesta camada mais superficial, visto que a matéria orgânica é um dos principais agentes de formação e estabilização dos agregados do solo (Salton et al, 2008).



Figura 4 - Estabilidade dos agregados nas profundidades 0-5 cm e > 5 cm. Valores seguidos de letras diferentes diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).



Conforme a Tabela 2, nota-se que neste trabalho, alguns atributos físicos e químicos do solo contribuíram para elevar a estabilidade dos agregados na profundidade de 0-5 cm, dentre eles, a CTC e o teor de MO.

Sabe-se que a MO e a CTC são atributos que estão intimamente relacionados, pois a MO contribui diretamente na geração de cargas do solo e a CTC exerce a capacidade de troca catiónica, o que encontra ainda mais relevância nas camadas superficiais do solo. Có Júnior (2011) observou em seu estudo, que a CTC no solo, normalmente, apresenta maiores valores na camada superficial, decrescendo com o aumento da profundidade a medida que há diminuição da matéria orgânica em profundidade. Alguns estudos têm mencionado também que o comportamento da CTC está ligado ou tende a variar de acordo com as flutuações do teor de argila ao longo do perfil do solo, ou seja, tem-se observado que quando o teor de argila aumenta, a CTC do solo segue o mesmo princípio, e o inverso também é verdadeiro. Eberhardt et al (2008) encontraram variações entre os teores de argila dos solos estudados, indo de 18 a 72% e a CTC no solo com menor percentagem de argila igual a  $3,5 \text{ cmolc.dm}^{-3}$  e no de maior percentagem, CTC de  $7,7 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ .

Tabela 2 –Valores médios e desvio padrão dos atributos químicos e físicos do solo nas profundidades de 0-5 cm e > 5 cm nas áreas experimentais de Soutelo (ST) e Parâmio (PR), consideradas conjuntamente.

Profundidade (cm)	Atributos						
	MO (%)	CTC ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	$\text{Al}^{3+}$ ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	EA (%)
0-5							
>5							





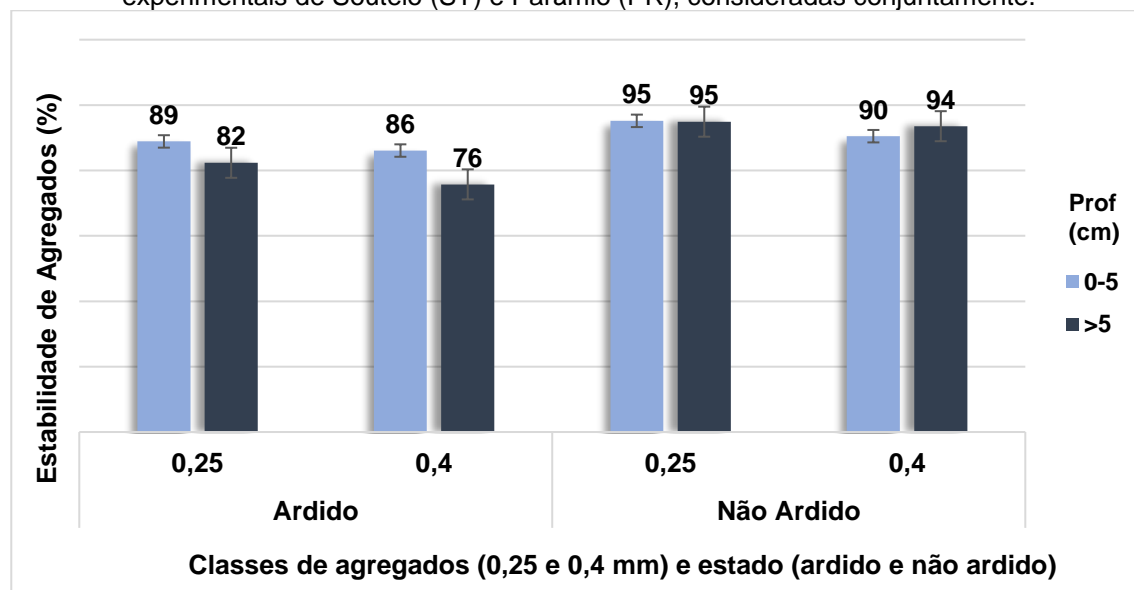
0-5	12,5±1,8	19,5±6,8	5,1±1,4	8,5±4,9	6,9±2,0	3,1±1,3	89,9±1,6
> 5	9,4±3,7	13,9±3,4	5,0±0,4	7,9±2,0	2,7±1,0	2,6±1,2	87,8±2,2

MO – matéria orgânica; CTC – capacidade de troca catiônica; EA – estabilidade dos agregados.

A Figura 5 estabelece uma síntese na qual pode-se observar que a estabilidade dos agregados diminui com o efeito do fogo e com a profundidade e, aumenta com a redução do tamanho dos agregados.

No estado não ardido, os valores são similares nas profundidades consideradas, sendo que a estabilidade dos agregados é tendencialmente superior na camada mais superficial e na classe 0,25 mm. Em virtude do efeito do fogo, no estado ardido, o perfil da estabilidade dos agregados é mais heterogêneo, verificando-se uma estabilidade dos agregados menor na camada mais profunda (> 5 cm) e na classe de agregados maiores (0,4 mm).

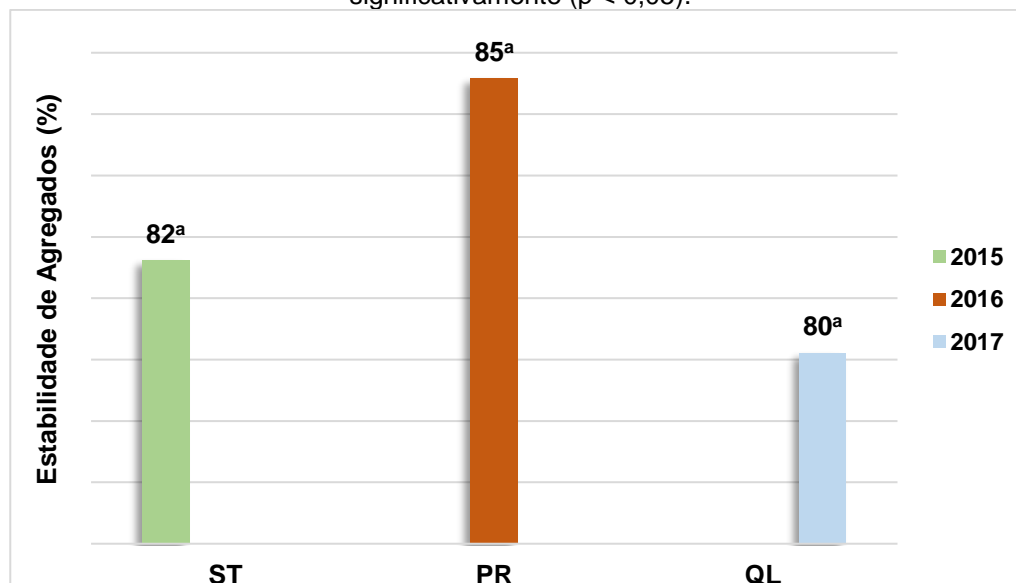
Figura 5 – Estabilidade dos agregados sob o efeito do estado (ardido e não ardido), da classe de agregados (0,25 mm e 0,4 mm) e da profundidade do solo (0-5 cm e > 5 cm) nas áreas experimentais de Soutelo (ST) e Parâmio (PR), consideradas conjuntamente.



Em relação a variação temporal da estabilidade da agregação pós fogo, observou-se que sob a mesma condição, ou seja, o estado ardido e, em diferentes anos de ocorrência do fogo (2015, 2016 e 2017, respetivamente para ST, PR e QL), em PR (fogo em 2016) a estabilidade dos agregados foi maior, embora não haja diferenças significativas entre as áreas de estudo (Figura 6).



Figura 6 – Estabilidade dos agregados nas áreas ardidas de Soutelo (ST), Parâmio (PR) e Quintela de Lampaças (QL). Os valores das colunas seguidos de letras diferentes diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).



Na Tabela 3 pode-se observar que os valores médios dos atributos dos solos nas três áreas de estudo são distintos, resultado esse já esperado, pois cada área de estudo tem suas particularidades de formação, relevo, clima, entre outros fatores que fortemente refletem e descrevem as características físico-químicas dos solos, além do mais, essas áreas foram ardidas em diferentes épocas e, possivelmente, sob atuação de fogos com diferentes intensidades e severidades.

Especificamente em PR onde a estabilidade dos agregados foi mais elevada, infere-se que alguns atributos tenham contribuído para esse resultado como, menor densidade aparente (Dap), maior capacidade de troca catiônica (CTC), pH mais elevado e maiores teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão dos atributos físicos e químicos do solo nas áreas ardidas de Soutelo (ST), Parâmio (PR) e Quintela de Lampaças (QL).

Áreas	Atributos							
	MO (%)	Dap ( $\text{g cm}^{-3}$ )	CTC ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	$\text{Al}^{3+}$ ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	EA (%)
ST	13,2±2,7	0,84±0,04	11,9±7,1	4,5±0,3	3,3±2,7	1,2±0,6	6,0±3,0	81,6±2,3
PR	7,4±2,3	0,82±0,2	18,2±5,2	5,9±0,4	14,6±4,9	2,9±1,1	0,1±0,07	84,6±2,1
QL	3,4±1,6	1,09±0,1	4,7±1,5	5,2±0,2	1,0±0,3	1,5±0,9	1,6±0,5	80,1±2,1

MO – matéria orgânica; Dap – densidade aparente; CTC – capacidade de troca catiônica; EA – estabilidade dos agregados.

A forma como esses atributos agem sobre a estabilidade dos agregados já foi discutida, entretanto, vale ressaltar a íntima relação estabelecida entre eles. A



CTC, por exemplo, desempenha a importante função de troca de catiões, dentre os catiões, o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  agem na floculação das partículas do solo, através do mecanismo de pontes de catiões e também na formação de complexos argilo-húmicos. Já a influência do pH na estabilidade dos agregados é indireta através da CTC. Com o pH alto e predominância de cálcio na solução, pode ocorrer maior floculação pela dispersão do oxigênio, provocando maior atividade biológica e, conseqüentemente, maior intensidade de agregação. No entanto, se predomina sódio e potássio, ocorre dispersão excessiva dos colóides e perde-se a estabilidade dos agregados (Fassbender, 1984).

#### 4 CONCLUSÕES

A estabilidade da agregação foi significativamente superior no estado não ardido, na classe 0,25 mm e na profundidade de 0-5 cm. E em relação à variação temporal pós fogo, a área PR, ardida em 2016, foi a que registrou a maior estabilidade dos agregados.

O estudo da estabilidade dos agregados integra os efeitos combinados de diversos atributos e/ou processos do solo, revelando-se como um importante indicador físico da qualidade do mesmo.

Estudos como este são essenciais, uma vez que esse indicador é capaz de prever e monitorar mudanças na qualidade ambiental, sobretudo, nesta atual conjuntura a qual Portugal tem vivenciado, de grandes incêndios anualmente, o que leva à baixa estabilidade de agregados pós fogo que, aliada às extensas áreas de montanhas e a solos geralmente delgados e pedregosos evidentes, sobretudo, no Nordeste Transmontano, tem agravado os processos de erosão hídrica.

Assim, informações obtidas deste trabalho poderão ser aprimoradas para tomadas de decisões quanto ao manejo desse recurso natural tão impactado.



## REFERÊNCIAS

Bastos, Renato Saldanha, Mendonça, Eduardo de Sá, Alvarez, Victor Hugo, Corrêa, Marcelo Metri, Costa, Liovando Marciano. 2005. Formação e estabilização de agregados do solo influenciados por ciclos de umedecimento e secagem após adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 29: 21-31. < DOI:10.1590/S0100-06832005000100003 >

Bayer, Cimélio, Martin Neto, Ladislau, Mielniczuk, João, Pavinato, Aurélio, Dieckow, Jeferson. 2006. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research** 86(2): 237-245. < doi:10.1016/j.still.2005.02.023 >

Calegari, Ademir, Castro Filho, Celso, Tavares Filho, João, Ralisch, Ricardo, Guimarães, Maria de Fátima. 2006. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. **Ciências Agrárias** 27(2): 147-158.

Có Júnior, Caramo. 2011. Matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e acidez potencial no solo com dezoito cultivares de cana-de-açúcar. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 134 pp.

Ebehardt, Diogo Néia, Vendrame, Pedro Rodolfo Siqueira, Becquer, Thierry, Guimarães, Maria de Fátima. 2008. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em Latossolos sob pastagens no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32(3): 1009-1016.

Fassbender, Hans. 1984. Bases edafológicas de los sistemas de produccion agroforestales. **Catie, Serie de Materiales de Ensenanza**. Turrialba, Costa Rica. 249 pp.

Fialho, Jamili Silva, Gomes, Vânia Felipe Freire, Oliveira, Teógenes Senna, Júnior, José Maria Tupinambá da Silva. 2008. Indicadores da qualidade do solo, em sistema de rotação, na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica** 39(3): 353-361.

Garcia, Rodrigo Arroyo, Rosolem, Ciro Antônio. 2010. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. **Revista Agropecuária Brasileira** 45(12): 1489-1498.

Monteiro, Ana Carolina Guzzo, Ponciano, Niraldo José. 2012. Índice de qualidade do solo com cana-de-açúcar colhida crua e queimada. **Revista Inter Science Place** 1(20): 58-70.

Salton, Júlio Cesar, Mielniczuk, João, Bayer, Cimélio, Boeni, Madalena, Conceição, Paulo Cesar, Fabrício, Amoacy Carvalho, Macedo, Manuel Cláudio Motta, Broch, Dirceu Luiz. 2008. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32(1): 11-21.



Silva, Ricardo Carvalho, Pereira, José Marque, Araújo, Quintino Reis, Pire, Aureliano José Vieira, Del Rei, Antônio Jorge. 2007. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um chernossolo com diferentes culturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31(1): 101-107.

Solera, Jorge Mataix, Cerda, Atemir, Arcenegui, Victoria, Jordán, Antônio, Zavala, Lorena. 2011. Fire effects on soil aggregation: A review. **Earth-Science Reviews** 109(1/2): 44-60.  
<doi:10.1016/j.earscirev.2011.08.002>

Thomaz, Edivaldo Lopes. 2011. Temperature effect on aggregate diameter and stability in a Chernozem from Saskatchewan, Canada. **Ciencia del suelo** 29(2): 277-284.