



Agregados de solos em áreas sob distintas intensidades de uso da região semiárida do Nordeste

Soil aggregates in areas under different intensities of use in the semi-arid region of the Northeast

M. C. C. Campos*; V. S. Fraga; I. H. Salcedo; F. P. Oliveira; J. B. Silva; E. G. Brito Filho

Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia, Paraíba, Brasil

**mcesarsolos@gmail.com*

(Recebido em 05 de abril de 2022; aceito em 29 de junho de 2022)

A agregação do solo é influenciada diretamente pelo manejo, sendo que a matéria orgânica é um dos principais responsáveis por essa agregação. Este estudo objetivou avaliar os agregados dos solos sob distintas intensidades de uso em Pernambuco e Paraíba. Os solos foram coletados em dez locais nos Estados da PB e PE, em áreas selecionadas sob vegetação de caatinga (caatinga preservada e caatinga raleada) contígua a área sob agricultura de subsistência (cultivada preservada e cultivada degradada). Os solos foram amostrados na camada de 0,0-7,5 cm. Em seguida à separação dos agregados secos e úmidos e determinação do diâmetro médio ponderado de agregados úmidos e de agregados secos. O índice de estabilidade foi calculado pela relação diâmetro médio ponderado de agregados úmidos e secos. Com relação aos resultados, a intensidade do uso do solo influenciou nas proporções dos agregados dispersados via úmida em todas as classes de tamanho, exceto a classe >2 mm. Verificou-se que a proporção de agregados na fração >2 mm foi a que mais diminuiu entre as dispersões seca e úmida, sendo que a fração 1-0,5 mm ficou inalterada em relação aos sistemas de dispersão. O diâmetro médio ponderado seco não foi afetado pela intensidade do uso do solo, porém os valores de diâmetro médio ponderado úmido das áreas de caatinga preservada e cultivada foram superiores aos de caatinga raleada e cultivada degradada. Os sistemas de uso caatinga preservada e a cultivada preservada apresentaram maior estabilidade de agregados que caatinga raleada e cultivada degradada.

Palavras-chave: agregação do solo, uso do solo, semiárido.

Soil aggregation is directly influenced by management, and organic matter is one of the main responsible for this aggregation. This study aimed to evaluate soil aggregates under different intensities of use in Pernambuco and Paraíba. Soils were collected at ten sites in the states of PB and PE, in selected areas under caatinga vegetation (caatinga preservada, and caatinga raleada) adjacent to the area under subsistence agriculture (cultivated preserved and cultivated degraded). Soils were sampled in the 0.0-7.5 cm layer. After the separation of dry and wet aggregates and determination of the weighted average diameter of wet and dry aggregates. The stability index was calculated by the weighted average diameter ratio of wet and dry aggregates. Regarding the results, the intensity of land use influenced the proportions of aggregates dispersed via wet in all size classes, except the class > 2 mm. It was verified that the proportion of aggregates in the fraction >2 mm was the one that decreased the most between the dry and wet dispersions, with the fraction 1-0.5 mm being unchanged in relation to the dispersion systems. The average dry weighted diameter was not affected by the intensity of land use, however the values of wet weighted average diameter of the preserved and cultivated caatinga areas were higher than those of thinned and degraded cultivated caatinga. The preserved caatinga and preserved cultivated systems showed greater aggregate stability than thinned and degraded cultivated caatinga.

Keywords: soil aggregation, land use, semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira é caracterizada pela baixa e irregular distribuição das precipitações, oscilando entre 250 mm ano⁻¹ e 1200 mm ano⁻¹, essa condição associada a forte evaporação da água da superfície do solo, corpos hídricos e transpiração das plantas (evapotranspiração potencial) implica em perda de água excessiva provocando evidente déficit

hídrico [1], com vegetação de caatinga, caracterizadas por formações vegetais xerófilas, lenhosas, decíduas, tendo um estrato arbóreo esparso, outro arbóreo-arbustivo e/ou arbustivo, e um herbáceo estacional. E engloba várias classes de solos, desde solos jovens, tais como Neossolos, solos medianamente desenvolvidos como os Luvisolos e solos altamente intemperizados, como os Argissolos e Latossolos [2].

Assim, o manejo dessas diferentes classes de solos e as características climáticas da região, notadamente o déficit hídrico e as altas temperaturas, tem se apresentado como os principais problemas [3]. Dessa forma, o uso adequado do solo para a produção de alimentos deve ter como premissa o caráter sustentável, tendo em vista que um manejo inadequado pode levar à perda parcial ou total da qualidade de seus atributos físicos, químicos e biológicos, que são essenciais para viabilizar a produção agrícola.

Por outro lado, a observância do comportamento dos atributos físicos do solo, se constitui uma etapa importante na avaliação da qualidade dos sistemas de produção. Dessa forma atributos como a agregação do solo, que é um processo que envolve a ação de componentes abióticos e bióticos e são sensíveis ao uso e manejo, carece de monitoramento constante [4]. Portanto, estudar as influências dos usos nos tamanhos e classes de agregados, pode trazer benefícios, como diagnóstico do aporte de carbono e nível de agregação do solo [2]. Em contrapartida, com a perda da estabilidade dos agregados é possível que haja a perda parcial ou total da capacidade produtiva do solo.

O uso de práticas conservacionistas, observância da aptidão agrícola das terras e o não revolvimento excessivo do solo podem se constituir ações que diminuam a desagregação, melhoram as propriedades físico-hídricas e aumentem o aporte de carbono orgânico [4] culminando com a melhoria da saúde do solo. Na região semiárida essa visão deve ser ainda mais cuidadosa, pois diversos estudos como o de Arcoverde et al. (2018) [5] apontam que os sistemas de cultivo (agrícola) têm como consequências a redução de sua qualidade física do solo quando comparados aos ambientes nativos, decorrente principalmente de sua elevada fragilidade.

Assim o objetivo deste trabalho foi estudar os agregados do solo em áreas sob distintos usos na região semiárida dos estados da Paraíba e Pernambuco, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas de estudo

Foram coletados solos em dez locais, conforme a seguir: Salgado de São Felix, Alagoa Grande, São João do Cariri e Juarez Távora no estado da Paraíba e Custódia no estado de Pernambuco (Figura 1), sendo que estas áreas divididas nos seguintes sistemas de usos: Caatinga Preservada (Caat-P); Caatinga Raleada (Caat-R); Cultivada Preservada (Cult-P); Cultivada Degradada (Cult-D). O critério para seleção das áreas de coleta foram presença de uma área sob vegetação de caatinga, contígua a uma área sob agricultura de subsistência ou pastagem.

A região é caracterizada por precipitação média anual em torno de 500 e 1000mm, todavia irregular, as temperaturas médias giram entre 23 e 27 °C [5]. A vegetação de caatinga, caracterizadas por formações vegetais xerófilas, lenhosas, decíduas, tendo um estrato arbóreo esparso, outro arbóreo-arbustivo e/ou arbustivo, e um herbáceo estacional. Os solos dos locais de estudo incluíram seis Luvisolos Crômicos Órticos litólicos, dois Neossolos Litólicos eutróficos, um Luvisolo Crômico Órtico e um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico [2].

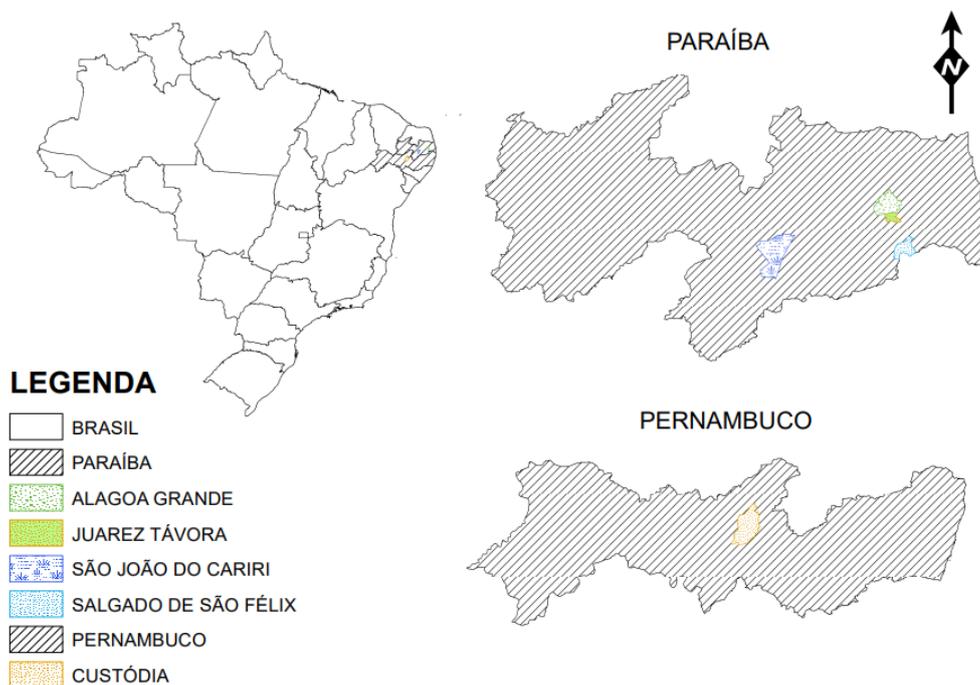


Figura 1: Mapa de localização das áreas de caatinga estudada nos municípios do estado da Paraíba e Pernambuco.

Metodologia de campo

Os solos foram amostrados ao longo de uma transecção que atravessou as duas áreas na mesma posição da encosta. O primeiro ponto amostral de cada área ficou distante 60 m do limite comum das áreas, e foi seguido de mais três pontos a intervalos de 20 a 30 m dentro de cada área, totalizando dez locais e, em cada local, foram coletados em quatro pontos.

O critério de seleção dos locais resultou em históricos de manejos variados, permitindo diferenciar duas categorias tanto nas áreas sob vegetação nativa quanto nas cultivadas, no que se refere à intensidade de uso do solo conforme detalha [5].

Abriu-se minitrincheiras e coletou-se amostras de solos na camada 0-7,5 cm de profundidade. As amostras foram secas à sombra, obtendo assim, a terra seca fina ao ar (TSFA) e destorroadas manualmente, passando em peneira de 9,51 mm de diâmetro, separou-se o material acumulado na peneira de 4,76 mm para as determinações relacionadas à estabilidade de agregados.

Metodologia de laboratório

A separação dos agregados via peneiramento seco, foi realizada da seguinte maneira, retirou-se uma subamostra de aproximadamente 50 g e colocou-se em um conjunto de seis peneiras com os seguintes tamanhos: 2,00, 1,00, 0,50, 0,25, 0,106 e 0,053 mm, e agitada em bandeja vibradora Produtest, durante 1 minuto e posteriormente determinada a massa de material retido em cada peneira. Foi colocado outra subamostra com o mesmo peso, em estufa, a 105° C, para correção de umidade da massa do solo.

Para a determinação da estabilidade dos agregados via peneiramento úmido, utilizou-se as seguintes classes de diâmetro: 4,76-2,0 mm; 2,0-1,0 mm; 1,0-0,50 mm; 0,50-0,25 mm; 0,25-0,125; 0,125-0,063 mm. Os agregados foram colocados em contato com a água na peneira de 2,0 mm e em seguida foram agitados verticalmente em aparelho Yoder (modelo SOLOTEST) por 15 minutos e com 32 oscilações minuto⁻¹. Os materiais acumulados nas classes de peneiras foram levados a secagem em estufa a 105 °C por um período de 24 h, e mensuradas as massas em balança digital semi-analítica segundo Kemper e Chepil (1965) [6].

Com os valores obtidos, calculou-se o diâmetro médio ponderado dos agregados secos (DMPAs) e o diâmetro médio ponderado de agregados úmidos (DMPAu) estáveis em água e em seguida o índice de estabilidade dos agregados foi calculado através da relação DMPAu/DMPAs.

O carbono orgânico (CO) do solo foi determinado pelo método via úmida de Walkley & Black, modificado por Teixeira et al. (2017) [7]. O ferro foi extraído através de dissolução seletiva de óxidos de ferro pedogênicos. Os teores de ferro livre (Fed) foram extraídos por ditionito-citrato-bicarbonato de sódio [8]. Já os teores de ferro de baixa cristalinidade (Feo) foram extraídos com oxalato ácido de amônio (pH 3,0) no escuro [9]. Após extração, os teores foram determinados por colorimetria [7].

Análises Estatística

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) e, em seguida, comparou-se as médias dos atributos, testado com método de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proporção da fração >2 mm foi a que mais diminuiu entre as peneiragens seca e úmida, seguida pela classe 2-1 mm, indicando uma baixa estabilidade de ambas frações em água (Figura 2). Já as proporções dos agregados nas classes 0,5-0,25; 0,25-0,105 e 0,105-0,053, aumentaram com a dispersão úmida, funcionando como receptoras dos agregados >2 e 2-1 mm, desagregados no processo úmido, fato já observado por Vicente et al. (2012) [10]. Brandão e Silva (2012) [11] encontraram que as classes receptoras foram as 2,00-1,00 e 1,00-0,50 mm, no presente trabalho, a classe 1-0,5 mm ficou inalterada em relação aos sistemas de peneiragem.

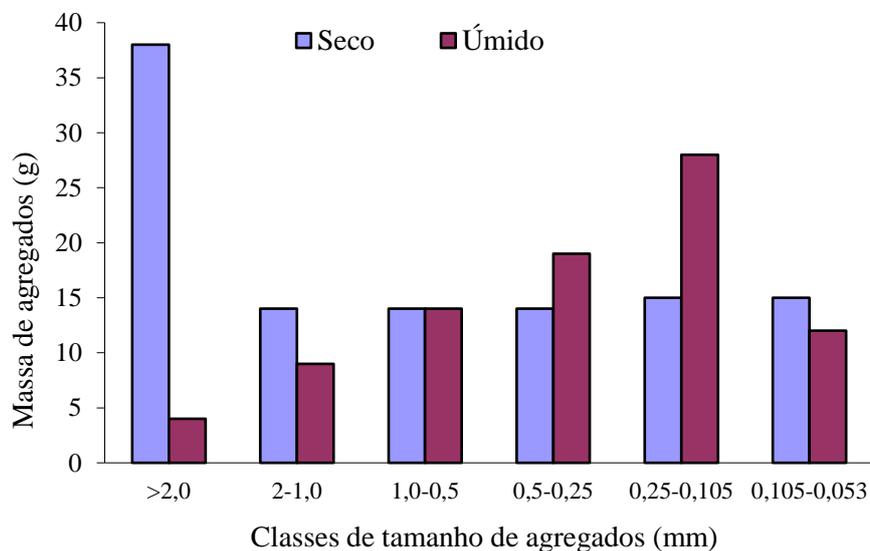


Figura 2: Comparação das proporções médias dos agregados por classes de tamanho em relação aos peneiramentos seco e úmido em solos dos estados da Paraíba e Pernambuco.

A intensidade do uso do solo influenciou nas proporções dos agregados dispersados via úmida em todas as classes de tamanho, exceto a classe > 2 mm (Tabela 1). Deve-se salientar que a massa obtida nesta classe estava isenta dos cascalhos. A área Cult-P foi a que apresentou a maior proporção de agregados na classe 2-1 mm, diferindo das outras intensidades de uso. A área Caat-P apresentou valores superiores aos encontrados nas áreas Caat-R e Cult-D, que não

diferiram entre si. As proporções dos agregados das frações 1,0-0,50 e 0,50-0,25 mm foram semelhantes em relação à intensidade de uso do solo. Nessas classes a Caat-P e o Cult-P não diferiram entre si, porém apresentaram valores maiores que a Caat-R e Cult-D. Nas classes 0,25-0,105, 0,105-0,053 e < 0,053 mm as maiores proporções de agregados foram encontradas nas áreas Caat-R e Cult-D, que diferiram significativamente das áreas Caat-P e Cult-P, exceto na fração < 0,053 na área Cult-P, indicando uma quebra das estruturas maiores quando o solo é submetido a sistemas de uso mais intensos e com menor proteção vegetal.

Tabela 1: Proporção média das classes de tamanho de agregados dispersados via úmida em relação à intensidade do uso do solo nos estados da Paraíba e Pernambuco.

Uso do Solo [‡]	Classes de tamanho de agregados (mm)						
	>2	2-1	1,0-0,50	0,50-0,25	0,25-0,105	0,105-0,053	<0,053
	----- % -----						
Caat-P	19,4a [†]	12,0b	14,8a	16,8a	20,8b	6,33b	12,8b
Caat-R	22,6a	10,6c	11,4b	14,7b	22,0ab	10,0a	17,4a
Cult-P	22,8a	14,4a	15,6a	17,2a	19,8b	6,41b	14,3ab
Cult-D	20,9a	10,2c	12,9b	15,8ab	23,3a	8,98a	15,7a

[‡]Abreviaturas: Caat-P= Caatinga Preservada (n=6); Caat-R= Caatinga Raleada (n=4); Cult-P= Cultivada Preservada (n=4); Cult-D= Cultivada Degradada (n=6). [†]Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente (P<0,05) pelo teste HSD de Tukey.

A proporção média das classes de tamanho de agregados seco não diferenciou entre si nos tamanhos, > 2,0, 0,50-0,25, 0,25-0,105 e 0,105-0,053 mm. Já na classe de tamanho 2,0-1,0 mm a Cult-P apresentou melhor resultado quando comparado as outras intensidades de uso. Na classe de tamanho 1,0-0,50, a Cult-P e Caat-P foram os manejos que apresentaram maiores valores (Tabela 2).

Tabela 2: Proporção média das classes de tamanho de agregados dispersados via seca em relação à intensidade do uso do solo nos estados da Paraíba e Pernambuco.

Uso do Solo [‡]	Classes de tamanho de agregados (mm)					
	>2	2-1	1,0-0,50	0,50-0,25	0,25-0,105	0,105-0,053
	----- % -----					
Caat-P	41,1a [†]	13,6b	14,3ab	13,6a	13,7a	3,6a
Caat-R	42,0a	13,4b	12,2b	12,9a	14,3a	5,1a
Cult-P	34,0a	16,4a	16,0a	14,6a	14,5a	4,2a
Cult-D	39,4a	12,4b	12,6b	12,8a	16,7a	5,9a

[‡]Abreviaturas: Caat-P= Caatinga Preservada (n=6); Caat-R= Caatinga Raleada (n=4); Cult-P= Cultivada Preservada (n=4); Cult-D= Cultivada Degradada (n=6). [†]Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente (P<0,05) pelo teste HSD de Tukey.

O diâmetro médio ponderado dos agregados secos (DMPAs) não foi afetado pela intensidade do uso do solo (Tabela 3). O diâmetro médio ponderado dos agregados úmidos (DMPAu), avalia a resistência que os agregados oferecem à desagregação sob efeito da enxurrada. Este parâmetro está relacionado à perda de solo por erosão e perda de fertilidade com o arraste de nutrientes, com o conseqüente empobrecimento do solo. As áreas de Caatinga Preservada e Cultivada Preservada apresentaram resultados superiores de DMPAu para tanto os valores encontrados na Caatinga Raleada como aqueles encontrados na área Cultivada Degradada, o que explicita a influência do manejo no diâmetro médio ponderado dos agregados úmidos, conforme encontrado por Brandão e Silva (2012) [11].

Tabela 3: Distribuição do diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA) seco e úmido para distintas intensidades de uso do solo nos estados da Paraíba e Pernambuco.

Intensidade de uso	DMPA		Relação DMPAu/DMPAs
	Seco (s)	Úmido (u)	
	mm		
Caatinga Preservada	2,75a [†]	0,676a	0,246a
Caatinga Raleada	2,78a	0,515b	0,185b
Cultivado Preservada	2,42a	0,698a	0,288a
Cultivado Degradado	2,64a	0,489b	0,185b

[†]Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste HSD de Tukey.

Embora não tenha havido diferença significativa entre o DMPAu da Caat-P com o DMPAu do Cult-P, este último apresentou valores sensivelmente superiores, devendo-se provavelmente ao incremento de restos de culturas (matéria orgânica) e ação do sistema radicular das culturas implantadas. Resultados semelhantes foram verificados no estudo de Mergen Júnior et al. (2019) [12], os quais destacaram o sistema radicular pode promover a aproximação das partículas do solo pela constante absorção de água no perfil, além das periódicas renovações das raízes e a uniforme distribuição dos exsudatos orgânicos no solo estimulando a atividade microbiana.

A relação entre o DMP dos agregados obtidos via peneiragem úmida e o DMP dos agregados obtidos por peneiragem seca (DMPAu/DMPAs) reflete o grau de estabilidade dos agregados de cada tratamento, sendo que os valores que se aproximam da unidade, apresentam alta resistência à desagregação, enquanto aqueles valores mais próximos de zero, representam agregados altamente susceptíveis à destruição em presença de água. Soares et al. (2018) [13] afirma que essa relação pode ser considerada um bom índice para expressar a tendência do comportamento da agregação do solo pelo fato de englobar todas as variáveis que têm influência na formação e estabilização dos agregados do solo, servindo inclusive como parâmetro de avaliação se um solo é estável, quando submetido a diferentes tipos de manejo.

A relação DMPAu/DMPAs foi maior nas áreas Caat-P e Cult-P, que diferiram significativamente das áreas Caat-R e Cult-D (Tabela 3). Soares et al. (2016) [14], também verificaram que diferentes tipos de uso conferiram ao solo estabilidades diferenciadas que estavam relacionadas principalmente a matéria orgânica incorporada ou deixada no solo após a colheita. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de que frações lábeis da matéria orgânica normalmente têm maior influência sobre a agregação do solo, por tratar-se de uma fonte mais facilmente assimilável de C e de energia pelos microrganismos heterotróficos [15].

Costa Junior et al. (2012) [16], observaram que em solos com cobertura nativa os agregados são mais estáveis que em solos cultivados, devido à redução da estabilidade das unidades estruturais pelo cultivo, resultante da diminuição da matéria orgânica e da atividade microbiana. Entretanto, nos solos estudados não houve diferença significativa entre a Caatinga Preservada e a Cultivada Preservada para DMPAu, DMPAs e relação DMPAu/DMPAs.

Na Tabela 4 encontram-se fatores condicionadores da agregação do solo (carbono orgânico, argila, silte e Fe), normalmente tem ação simultânea, já que promovem a aproximação das partículas do solo, além de influenciar na cimentação das unidades estruturais.

O DMPAs correlacionou-se positivamente ($p < 0,05$) com carbono orgânico, argila, silte, Fe extraído com ditionito (Fed) e Fe extraído com oxalato (Feo). Com esta última variável obteve-se o maior coeficiente de correlação indicando que o Fe que reveste os agregados tem grande atuação nesse processo (Tabela 4). Já o DMPAu correlacionou-se positivamente ($p < 0,05$) com o C orgânico do solo e com Fed, sendo que a maior correlação positiva foi com o C. Esse resultado sugere que o C seria o principal responsável pela resistência dos agregados quando submetidos à dispersão úmida. Isso deve-se provavelmente a matéria orgânica formar quelatos com os metais que influenciam a agregação, sendo que este fenômeno é observado principalmente quando associado ao Fe^{+2} [17]. A relação DMPAu/DMPAs também se

correlacionou positivamente com o carbono orgânico do solo (Tabela 4). Outro aspecto importante é o comportamento do silte que correlacionou de forma negativa ao DMPAu.

Tabela 4: Coeficientes de correlação entre as variáveis do solo (carbono orgânico, argila, silte, Fed, Feo) e o diâmetro médio ponderado de agregados úmidos (DMPAu), diâmetro médio ponderado de agregados secos (DMPAs) e a relação DMPAu/DMPAs nos estados da Paraíba e Pernambuco.

Variável	DMPAu	DMPAs	Relação DMPAu/DMPAs
Carbono orgânico	0,36**	0,17**	0,25**
Argila	0,05 ^{ns}	0,52**	-0,30**
Silte	-0,41**	0,18**	-0,46**
Fed	0,16**	0,48**	-0,20**
Feo	0,02 ^{ns}	0,61**	-0,35**

** Correlação significativa $P < 0,05$; ns correlação não significativa.

4. CONCLUSÃO

A proporção de agregados na classe de tamanho de 1,0-0,5 mm ficou inalterada tanto no sistema de dispersão seca quanto no sistema de dispersão úmida.

O DMPAs e o DMPAu correlacionaram-se positivamente ($p < 0,05$) com o C orgânico do solo.

Os sistemas de manejo de caatinga preservada e cultivada preservada apresentaram melhores índices de estabilidade de agregados quando comparados aos sistemas de caatinga raleada e cultivada degradada.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento da bolsa e projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho ATF. Caracterização climática da quadra chuvosa em Apodi, semiárido brasileiro, nos anos de 2013 a 2017. *Rev GeoAtos*. 2020 Abr;17(2):4-23. doi: 10.35416/geoatos.v2i117.7116
- Fraga VS, Salcedo IH. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. *Soil Sci Soc Am J*. 2004 Jan;68(01):215-24. doi: 10.2136/sssaj2004.2150
- Sales RP, Portugal AF, Moreira JAA, Kondo MK, Pegoraro RF. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. *Rev Ciênc Agron*. 2016 Jul-Set;47(3):429-38. doi: 10.5935/1806-6690.20160052
- Corrêa RM, Freire MBGS, Ferreira RLC, Silva JAA, Pessoa LGM, Miranda MA, et al. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. *Rev Bras Eng Agríc Ambient*. 2010 Abr;14(4):358-65. doi: 10.1590/S1415-43662010000400003
- Arcoverde SNS, Cortez JW, Pereira JS. Atributos físicos de solos em áreas sob diferentes usos no semiárido baiano. *Holos*. 2018 Out;34(04):65-7. doi: 10.15628/holos.2018.6418
- Kemper WD, Chepil WS. Size distribution of aggregates. In: Black CA, Evans DD, White JL, Ensminger LE, Clark FE, editors. *Methods of soil analysis – Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison (US): American Society of Agronomy; 1965. p. 499-10. (Agronomy Series, 9).
- Teixeira PC, Donagema GK, Ademir F, Teixeira WG. *Manual de métodos de análise de solo*. 3ª ed. rev. ampl. Brasília (DF): Embrapa; 2017.
- Mehra OP, Jackson ML. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite–citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals*. 1958;7:317-27.
- McKeague J, Day J. Dithionite-and oxalate-extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. *Canadian J Soil Sci*. 1966;46(1):13-22.

10. Vicente TFS, Pedrosa EMR, Rolim MM, Oliveira VS, Oliveira AKS, Souza AMPL. Relações de atributos do solo e estabilidade de agregados em canaviais com e sem vinhaça. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2012 Nov;16(11):1215-22. doi: 10.1590/S1415-43662012001100010
11. Brandão ED, Silva IF. Formação e estabilização de agregados pelo sistema radicular de braquiária em um Nitossolo Vermelho. *Ciênc Rural.* 2012 Jun-Jul;42(7):1193-9. doi: 10.1590/S0103-84782012000700009
12. Mergen Júnior CA, Loss A, Santos Junior E, Giumbelli LD, Pinho D, Abreu L, et al. Caracterização física de agregados do solo submetido a 10 anos de aplicação de dejetos suínos. *Rev Ciênc Agríc.* 2019 Jan-Mar;36(1):79-92. doi: 10.22267/rcia.193601.100
13. Soares MDR, Campos MCC, Cunha JM, Mantovanelli BC, Oliveira IA, Brito Filho EG, et al. Variabilidade espacial da estabilidade dos agregados e matéria orgânica do solo em terra preta arqueológica sob pastagem. *Gaia Sci.* 2018 Apr-Jun;12(2):125-33. doi: 10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n2.34416
14. Soares MDR, Campos MCC, Oliveira IA, Cunha JM, Santos LAC, Fonseca JS, et al. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. *Rev Ciênc Agrár.* 2016 Jan-;59(1):9-15. doi: 10.4322/rca.2020.
15. Souza ED, Carneiro MAC, Paulino HB, Ribeiro DO, Bayer C, Rotta LA. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de “campos de murundus” em sistema plantio direto. *Pesq Agrop Bras.* 2016 Set;51(9):1194-202. doi: 10.1590/S0100-204X2016000900019
16. Costa Junior C, Píccolo MC, Siqueira Neto M, Camargo PB, Cerri CC, Bernoux M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma Cerrado. *Rev Bras Cienc Solo.* 2012 Out;36(4):1311-22. doi: 10.1590/S0100-06832012000400025
17. Silva AS, Silva IF, Bandeira LB, Dias BO, Silva Neto LF. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. *Ciênc Rural.* 2014 Out;44(10):1783-9. doi: 10.1590/0103-8478cr20130789