ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Estabilidade de agregados de solo em uma topossequência sob diferentes usos

Sara Fernandes Flor de Souza¹, Maria do Socorro Bezerra de Araújo², Maria Sonia Lopes da Silva³, João Santiago Reis⁴

¹ Profa. Dra. Departamento de Geografia, Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rua Joaquim Gregório, s/n, Penedo, 59300-000, Caicó, RN, Brasil, sara.flor@ufm.br (autor correspondente). ² Profa. Dra. Departamento de Geografia, Unidade Federal de Pernambuco. Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, 50740-530, Recife, PE, Brasil, socorro@ufpe.br. ³ Dra. Pesquisadora, Embrapa UEP, Rua Antônio Falcão, nº 402, Boa Viagem, 51020-240, Recife, PE, Brasil, sonia.lopes@embrapa.br. ⁴ Prof. Dr. Departamento de Geografia, Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rua Joaquim Gregório, s/n, Penedo, 59300-000, Caicó, RN, Brasil, joao.reis@ufm.br.

Artigo recebido em 09/10/2021 e aceito em 24/11/2021

RESUMO

O uso intensivo do solo por períodos prolongados promove alterações em suas propriedades físicas, reduzindo a estabilidade de seus agregados e aumentando sua vulnerabilidade aos processos erosivos. A agregação do solo tem sido utilizada como indicador de sua qualidade física porque é uma propriedade sensível a alterações do solo. Esta é uma realidade quando o solo é cultivado intensivamente e por períodos longos, mas existem poucos dados para alterações em cultivos recentes e quanto tempo pode levar para se regenerar. O objetivo deste trabalho foi determinar alterações na estabilidade de agregados de uma área com pouco tempo de cultivo e sua capacidade de regeneração, numa topossequência de Argissolo Vermelho Amarelo, sob diferentes usos, utilizando como indicadores o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e o Diâmetro Médio Geométrico (DMG). O solo foi amostrado em três posições de uma área de encosta com mata preservada, mata em regeneração há quatro anos e cultivos recentes, máximo de três anos. A estabilidade de agregados do solo foi analisada após o peneiramento em malhas de 2,00, 1,00, 0,50 e 0,25 mm para a determinação do peso e valores do Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e Diâmetro Médio Geométrico (DMG). O manejo agrícola do solo levou a alterações na estabilidade dos agregados e nos teores de matéria orgânica, mesmo com pouco tempo de cultivo, confirmando dados da literatura de que estas características são sensíveis ao manejo do solo. Por outro lado, a similaridade dos dados entre a área sob a mata preservada e a mata em regeneração há quatro anos, indica que este solo é capaz de recuperar suas propriedades aos níveis iniciais, em curto período, desde que cessem as práticas agrícolas convencionais e seja mantido numa condição de preservação.

Palavras-chave: Estabilidade, Agregados, Erosão, Estrutura.

Aggregate stability of soil in a toposequence under different uses

ABSTRACT

The intensive use of soils for long periods promotes changes in their physical properties, reducing the stability of their aggregates and increasing their vulnerability to erosive processes. Soil aggregation has been used as an indicator of its physical quality because it is a sensitive property to soil changes. This is true when the soil is cultivated intensively and for long periods, but there is little data for soil changes in recent crops and how long it may take to regenerate. The objective of this work was to determine changes in the stability of aggregates in an area with recent cultivation and its regeneration capacity, in a Red Yellow Argisol toposequence, under different uses, using the Weighted Mean Diameter (DMP) and Mean Diameter Geometric (DMG) as indicators. The soil was sampled in three positions in a hillside area with preserved forest, forest in regeneration for four years and recent crops, maximum of three years. The stability of soil aggregates was analyzed after sieving in meshes of 2.00, 1.00, 0.50 and 0.25 mm to determine the weight and values of Weighted Mean Diameter (DMP) and Geometric Mean Diameter (DMG). Agricultural soil management led to changes in aggregate stability and organic matter levels, even with a short period of cultivation, confirming literature data that these characteristics are sensitive to soil management. On the other hand, the similarity of the data between the area under the preserved forest and the forest in regeneration for four years, indicates that this soil can recover its properties to initial levels, in a short period, if conventional agricultural practices cease and be kept in a condition of preservation.

Keywords: Stability, Aggregates, Erosion, Structure.

Introdução

Considerado básico, vital e não renovável, o solo tem a produtividade dependente da fertilidade (Hartemik; McBratney, 2008), que é reduzida quando utilizados além de sua capacidade máxima. Isto ocorre porque os solos apresentam condições específicas de uso e manejo que diretamente relacionam-se com as suas características físicas, químicas e mineralógicas (Bertoni; Lombardi Neto, 2008).

A agregação do solo tem sido utilizada como indicador de qualidade física do solo, pois é sensível a alterações, dependendo do manejo adotado (Silva Neto et al., 2016; Fernandes et al., 2017;).

A perda de qualidade estrutural do solo tem como um dos seus principais agentes a degradação das propriedades físicas. Práticas de manejo inadequadas que fazem uso desordenado de maquinaria, revolvimento e agrotóxicos, conjuntamente com alguns tipos de culturas (cada espécie expõe o solo de maneira distinta de acordo com suas necessidades), provocam alterações nas propriedades físicas do solo, sobretudo na estrutura (Bertol et al., 2001).

Diversas são as formas pelas quais essas modificações são refletidas nas propriedades físicas, pois a estrutura original do solo sob determinado sistema de manejo pode ser alterada em função do rompimento dos agregados, desencadeando diminuição no volume de macroporos e, conseqüentemente, acréscimo na quantidade de microporos e densidade do solo (Carpenedo e Mielniczuk, 1990).

O peso refere-se à quantidade de agregados existente no solo, enquanto a estabilidade trata-se da resistência desses agregados aos processos erosivos. Assim, um solo pode ter elevado peso de agregados, contudo uma baixa resistência aos processos erosivos (Guerra e Botelho, 1996).

A formação e destruição da estrutura do solo é um processo dinâmico e sua manutenção através do uso de práticas adequadas é um dos principais objetivos do manejo do solo. O sistema de manejo aplicado corretamente proporciona melhorias na reestruturação das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Costa et al., 2003; Silva et al., 2000). A prática de preparo do solo é o elemento que mais influência em seu desempenho físico devido a sua atuação direta sobre a estrutura (Oliveira et al., 2003).

A condição estrutural do solo pode ser analisada segundo parâmetros relacionados a sua forma, a exemplo da densidade do solo e dos índices de agregação, o DMP e o DMG (Albuquerque et al., 1995).

A densidade do solo é um indicador para a avaliação das condições da estrutura, pois quanto menos denso for o solo, maior será a formação e estabilização de agregados. Isso é possível devido a maior presença de raízes bem desenvolvidas, da alta porosidade, maior infiltração, maior quantidade de matéria orgânica, entre outros (Albuquerque et al. 1995; Bertol, 2001).

A estrutura do solo é analisada no campo em função do tipo (forma), da classe (tamanho) e do seu grau de desenvolvimento (estabilidade). No laboratório é avaliada pela estabilidade dos agregados e distribuição de seus tamanhos (Kiehl, 1979). Vários métodos podem ser aplicados para se determinar o nível de susceptibilidade dos agregados à erosão, entre estes o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e o Diâmetro Médio Geométrico (DMG) (Kemper et al., 1965, Castro Filho, 1998). O DMP é proporcionalmente maior quanto mais elevado for o percentual de agregados grandes retidos nas peneiras de malhas maiores (Kemper et al., 1965). O DMG é uma estimativa da dimensão dos agregados de maior ocorrência (Kemper e Chepil, 1965; Teixeira et al. 2017).

Vários são os autores que utilizaram o DMP como índice de agregação para avaliar a susceptibilidade do solo à erosão, sob diferentes formas de manejo. (Silva et al. 2014; Carvalho et al, 2014; Inagaki et al, 2016; Thomaz, 2017; Fachin et. al, 2019),

A parte alta da bacia hidrográfica do rio Natuba apresenta características importantes como solos bem desenvolvidos e adequados índices pluviométricos anuais. A agricultura familiar é praticada na maior parte da bacia. O cultivo é feito de forma contínua e em alguns casos, sem utilização de práticas conservacionistas de manejo do solo, o que pode provocar a perda gradativa da sua qualidade.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar alterações na estabilidade de agregados de uma área com pouco tempo de cultivo e sua capacidade de regeneração, numa topossequência de Argissolo Vermelho Amarelo, sob diferentes usos, utilizando como indicadores o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e o Diâmetro Médio Geométrico (DMG).

Material e métodos

A área de estudo está localizada (237910mE; 9093166mN 25S) na bacia hidrográfica do Alto Natuba, no município de Pombos, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. A bacia hidrográfica do Alto Natuba encontra-se em uma zona de transição entre a mata

pernambucana e o agreste, apresentando características mais úmidas a leste e mais secas ao oeste da região (Figura 1).

A área experimental está sob uma encosta com declive suave e apresenta diferentes formas de uso: Mata preservada – área com espécies nativas preservadas durante pelo menos dez anos; Mata em regeneração – área em pousio, com espécies nativas em crescimento, durante quatro anos; Cultivo convencional – área com cultivo de cana-de-açúcar, na parte superior da encosta, durante dois anos, e com cultivo de feijão na parte inferior da encosta, durante três anos, considerando-se toda

essa área com as duas culturas como a área com cultivo.

A área total da encosta analisada correspondeu a 4,6 ha, sendo 3 ha de área com mata preservada; 0,5 ha com mata em regeneração; e 1,1 ha com cultivo de cana-de-açúcar e feijão. Foi utilizado esterco bovino como fertilizante na área com cultivo de feijão e cana-de-açúcar. A limpeza do terreno para o cultivo foi realizada com fogo e o preparo do solo foi feito utilizando as ferramentas estrovinga, enxada e foice.

Figura 1. Localização geográfica da parte alta da bacia hidrográfica do rio Natuba, também denominada bacia do Alto Natuba, no município de Pombos, zona da mata de Pernambuco. As cotas do relevo nesta área estão na faixa de 380 a 450 m acima do nível do mar.

Nas três áreas da encosta com diferentes tipos de uso (Figura 2) foram coletadas amostras de solo deformadas, em quatro transectos (T1, T2, T3 e T4), no sentido topo a base, com 10 m de distância entre si, no terço superior, médio e inferior de uma encosta (Figura 3), nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, resultando em 24 amostras por área, num total de 72 amostras. A coleta das

amostras de solo foi realizada com o auxílio de um sacho de duas pontas e uma colher de jardinagem, tendo-se o cuidado de não destruir os torrões, posteriormente acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados. Também foram coletadas amostras indeformadas para determinação da densidade do solo.

Figura 2. Aspecto das áreas com diferentes usos de um Argissolo Vermelho Amarelo, na bacia hidrográfica do Alto Natuba, no município de Pombos, Pernambuco. As áreas cultivadas com feijão e cana-de-açúcar estavam na mesma pendente da encosta.

Figura 3. Representação da amostragem de uma topossequência de Argissolo Vermelho Amarelo, com os respectivos usos e pontos de coleta, na bacia do Alto Natuba. Círculos verdes = transecto 1; círculos amarelos = transecto 2; círculos azuis = transecto 3; círculos vermelhos = transecto 4.

Estabilidade de Agregados

Para a análise da estabilidade de agregados foi utilizado o método indireto de peneiramento a seco (Teixeira, 2017). O método por via seca consiste em medir a quantidade e a distribuição dos agregados estáveis a agitação mecânica, através de um agitador mecânico, com intensidade de trabalho no nível máximo. O jogo de peneiras foi submetido a movimentos rotatórios com vibração, Souza, S. F. F.; Araújo, M. S. B.; Silva, M. S. L.; Reis, J. S.

apresentando estabilidade total quando nenhuma partícula passa para as peneiras inferiores.

As amostras foram secas ao ar durante 15 dias e destorroadas manualmente com cuidado para não destruir os agregados. Posteriormente, foram passadas em peneira de malha de 4,76 mm, retidas na de 2,00 mm para homogeneização e pesadas com 100 gramas em triplicata.

O primeiro grupo de amostras foi armazenado em latas de alumínio de peso conhecido e colocadas na estufa a 105 °C por 12 horas para determinação do peso seco. Em seguida levadas ao dessecador para esfriar e serem pesadas. As outras duas repetições foram depositadas na parte superior de um conjunto de peneiras constituído por malhas de 2,00; 1,00; 0,50 e 0,25 mm de abertura e peneiradas durante 15 minutos com auxílio de um agitador mecânico.

Com o término do peneiramento, os agregados foram retirados separadamente de cada peneira e transferidos para latas de alumínio numeradas e de peso conhecido, e levadas para a estufa a 105 °C por 12 horas, para determinação do peso seco. Foi calculado o percentual dos agregados retidos em cada peneira, incluindo aquele que passou na última peneira, obtendo-se a proporção de cinco classes de agregados cujos seus diâmetros médios foram 3,38; 1,50; 0,75; 0,375 e 0,125 mm, respectivamente às malhas das peneiras utilizadas.

O Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e o Diâmetro Médio Geométrico (DMG) foram calculados conforme a equação (Kemper e Chepil, 1965).

$$DMP = \sum_{i=1}^n (xi \cdot wi)$$

onde:

xi = diâmetro médio das classes (mm);

wi = proporção de cada classe em relação ao total (%);

$$DMG = \left(\exp \sum_{i=1}^n (wp \cdot \ln xi) \right) / \left(\sum_{i=1}^n wi \right)$$

onde:

$\ln$ = logaritmo neperiano

wp = peso dos agregados de cada classe (g);

xi = diâmetro médio das classes (mm);

wi = proporção de cada classe em relação ao total (%);

Foram realizadas análises de densidade do solo, densidade de partícula, matéria orgânica e cálculo da porosidade total, utilizando metodologia descrita em Teixeira (2017). Os dados foram organizados em planilhas e tratados no software Statsoft (2020). Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA e aplicado o teste de Tukey a 1% para a distribuição do peso das classes de agregados, o DMP, e o DMG, em ambas as profundidades de cada terço da encosta, para todos os usos. A análise de correlação de Pearson foi realizada para verificar a relação entre as variáveis DMP, DMG, densidade do solo, porosidade total, matéria orgânica. Os dados destas características foram apresentados como médias das três posições da toposequência, nas duas profundidades.

Souza, S. F. F.; Araújo, M. S. B.; Silva, M. S. L.; Reis, J. S.

Resultados e discussão

Os resultados permitiram identificar e avaliar a agregação do solo nos diferentes manejos analisados. Os usos do solo ao influenciarem a intensidade dos fluxos e a dinâmica de matéria e energia para o sistema solo, resultaram em diferentes graus de organização da massa do solo em agregados, através da distribuição de seu peso (Tabela 1) em cinco classes de tamanho, e em seus distintos níveis de vulnerabilidade estrutural, através do DMP (Tabela 2), DMG (Tabela 3) e a densidade do solo (Tabela 4).

Ao considerar o peso de solo do agregado em estrutura > 2,00 mm, verificou-se que em termos gerais, o sistema de cultivo convencional apresentou a maior quantidade de agregados organizados nesta classe de macroagregados, em relação à mata preservada e à mata em regeneração, nas duas profundidades (Tabela 1).

As informações relacionadas à distribuição dos agregados do solo podem ser sintetizadas por meio do cálculo do DMP, do DMG, e da densidade.

Os dados referentes ao DMP, obtidos por peneiramento a seco, para todos os usos do solo e profundidades, encontram-se na Tabela 2. Os valores do DMP variaram entre 1,51 e 3,24 mm para a profundidade de 0-10 cm e 1,19 e 3,22 mm para de 10-20 cm.

Os valores do DMP da mata preservada diferiram estatisticamente em função da posição da encosta, para ambas as profundidades. O terço inferior apresentou DMP em torno de 35% mais elevado que o terço superior, e 60% mais elevado que o terço médio, nas duas profundidades. A área com mata em regeneração também apresentou valores de DMP com elevada diferença entre seus terços, em ambas as profundidades. Entretanto, o terço superior e inferior não diferiu estatisticamente ao nível de 1% de significância entre si. O terço médio apresentou o DMP aproximadamente 40% maior que o superior e o inferior, para a profundidade de 0-10 cm, e na profundidade de 10-20 cm, aproximadamente 60% maior que o terço superior e 40% que o terço inferior, diferindo estatisticamente em relação a esses dois terços (superior e inferior). Na área do cultivo os DMP não diferiram estatisticamente ao nível de 1% de significância, entre posições na encosta.

Comparando os três usos (Tabela 2), verificou-se que o terço superior da mata preservada e da mata em regeneração não diferiram ao nível de 1% de significância, nas duas profundidades, contudo diferiram do cultivo que apresentou um DMP em torno de 40% maior. No

terço médio. a mata em regeneração e o cultivo não apresentaram diferenças a 1% de significância, em ambas as profundidades, no entanto diferiram da mata preservada, onde o valor de DMP foi aproximadamente 50% menor. No terço inferior a mata preservada e o cultivo não diferiram entre si, para as profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, porém diferiram da mata em regeneração que apresentou um DMP aproximadamente 40% menor.

Os valores do DMG (Tabela 3) variaram de 0,87 a 3,04 mm (0-10 cm) e 0,70 a 3,01 mm (10-20 cm). Observando a referida tabela, percebe-se a mesma tendência de comportamento da classe de agregados > 2,00 mm, indicando que esta classe pode ser utilizada para expressar a agregação do solo, conforme Castro Filho et al. (1998).

Na área de mata preservada, nas três posições da encosta, o DMG diferiu entre si, em ambas as profundidades. O terço inferior da mata apresentou o DMG mais elevado em relação aos terços superior e médio, onde foi 50% mais elevado que o terço superior e 70% a mais que o médio. Para a profundidade de 10-20 cm foi observado que o terço superior e médio não diferiu, porém diferiram do terço inferior, que apresentou um DMG 60% a mais que o terço superior e 75% maior que o médio, corroborando com os resultados referentes ao DPM (Tabela 2). O DMG da mata em regeneração apresentou índices mais elevados para o terço médio da encosta, o qual manteve entre 60% e 70% maior que o terço superior e o inferior, em ambas as profundidades. Isto, provavelmente ocorreu em virtude da mata em regeneração do terço médio está em melhor estado de conservação e apresentar a maior peso de agregados > 2,00 mm (Tabela 1). Na área de cultivo, entre os terços e profundidades, observou-se que não houve diferenças significativas nos valores de DMG ao nível de 1%.

Quando se compararam os três usos, foi observado que no terço superior, em ambas as profundidades, a mata e a mata em regeneração não diferiram entre si, entretanto foram diferentes estatisticamente do cultivo, que apresentou o DMG aproximadamente 50% mais elevado. No terço médio, nas duas profundidades, a mata em regeneração e o cultivo tiveram desempenho semelhantes, porém diferiram da mata que apresentou o DMG 70% menor.

No terço inferior a mata e o cultivo apresentaram semelhança estatística ao nível de 1%, contudo diferiram da mata em regeneração que apresentou um DMG em torno de 60% menor.

Comparando os três usos em cada posição, observou-se que o cultivo, apesar de não apresentar o DMG mais elevado em todos os terços,

apresentou tendência a maiores valores de DMG em relação aos demais usos.

Analisando as Tabelas 2 (DMP) e 3 (DMG) foi evidente que os maiores diâmetros foram encontrados de forma constante para o cultivo, o que ocorreu provavelmente pela presença das culturas apresentadas na área serem a cana-de-açúcar (gramínea) e feijão (leguminosa).

A cana-de-açúcar propicia benefícios de agregação as partículas do solo, através da força mecânica exercida pelas suas raízes, e o feijão pelo incremento de nitrogênio no solo, que contribuem para uma melhor e maior aglutinação das partículas do solo resultando em agregados menos vulneráveis aos processos erosivos (BRONICK; LAL, 2005). Resultados semelhantes foram encontrados por Pinheiro et al. (2004) onde a atividade das gramíneas e leguminosas proporcionou a formação de macroagregados e consequentemente a área cultivada apresentou maior DMP e DMG. Resultados contrários foram apresentados por Silva et al. (2000), Carvalho et al. (2014) onde as classes de agregados < 2,00 mm ocorreu na área de cultivo que obteve os menores valores de DMP. Essa diferença nos resultados se deve ao fato das áreas de cultivo analisadas pelos autores citados serem de uso intenso, contínuo e, principalmente, com mais tempo de uso, diferentemente da área cultivada analisada neste trabalho, que é de uso agrícola familiar, apenas três anos de cultivo e sem utilização de maquinaria pesada no manejo do solo.

Verificou-se que os índices para a densidade do solo apresentados pelo cultivo estão, de maneira geral, dentro dos limites aceitáveis, pois os valores de densidade mantiveram-se entre 1,28 e 1,46 g cm⁻³ (Tabela 4), que segundo Guerra e Botelho, (1996) são ditos como níveis adequados para o solo, que não comprometem o desempenho das culturas.

Comparando os dados do DMP e DMG com os dados de densidade do solo (Figura 4), observou-se que o DMP e DMG dos agregados foram proporcionais ao aumento da densidade do solo. Isso se deve a maior concentração de agregados na classe de diâmetro > 2,00 mm (Tabela 1), proporcionando predomínio de macroagregados, o que contribui para uma maior densidade do solo, em consequência da menor porosidade total, em virtude da disposição de suas partículas, que proporciona menor espaço de vazios (Kiehl, 1979).

As Figura 4 e 5 evidenciam a relação inversamente proporcional entre densidade do solo, DMP e DMG com porosidade total e matéria orgânica. A matéria orgânica contribui como agente cimentante de partículas no solo, atuando na

floculação das argilas e contribuindo significativamente na agregação (Ferreira, 2019). O solo sob cultivo apresenta os menores teores de matéria orgânica, e seu menor grau de flocculação pode ser percebido pela predominância de agregados maiores, evidenciados pelos valores de DMP e DMG. Consequentemente, apresenta os menores valores de porosidade total, sendo o tipo de uso da terra com menor capacidade de infiltração de água, e probabilidade de maior escoamento superficial em relação aos demais.

Ainda comparando-se os dados obtidos em relação aos diferentes tipos de uso do solo na encosta estudada, observa-se, de maneira geral, que há uma faixa mais estreita de valores no solo sob cultivo em relação aos demais usos, em todas as variáveis medidas (Figura 4). Pode-se afirmar, neste caso, que o manejo agrícola tende a uniformizar as características do solo ao longo da topossequência, visto que nos solos sob mata nativa ou mata em regeneração há maior variabilidade nos valores medidos para as variáveis estudadas.

Tabela 1 – Distribuição das classes dos agregados em função dos tipos de uso, em duas profundidades, na bacia do Alto Natuba, município de Pombos, Pernambuco.

Malha	MATA PRESERVADA			MATA EM REGENERAÇÃO			CULTIVO		
	Terço Superior	Terço Médio	Terço Inferior	Terço Superior	Terço Médio	Terço Inferior	Terço Superior	Terço Médio	Terço Inferior
------(g)-----									
0-10 cm									
>2,00	54,93 Bb	33,22 Bc	92,01 Aa	48,60 Bb	92,43 Aa	47,06 Bb	94,52 Aa	89,60 Aa	88,88 Aa
1	10,93 Aa	14,96 Aa	2,68 Aa	11,63 Aa	3,56 Aa	6,62 Aa	2,18 Aa	3,32 Aa	3,47 Aa
0,5	8,65 Aa	15,67 Aa	1,42 Aa	11,28 Aa	0,68 Ba	11,08 Aa	0,50 Aa	0,92 Ba	0,78 Aa
0,25	4,68 Aa	11,53 Aa	0,80 Aa	9,58 Aa	0,82 Aa	10,22 Aa	0,55 Aa	1,28 Aa	1,21 Aa
< 0,25	15,95 Aa	24,85 Aa	2,70 Ab	18,43 Aa	2,38 Bb	24,46 Aa	1,94 Ba	4,50 Ba	5,37 Ba
10-20 cm									
>2,00	50,08 Bb	19,23 Bc	88,01 Aa	30,38 Cc	93,85 Aa	49,29 Bb	91,68 Aa	89,12 Aa	89,84 Aa
1	11,92 Aab	11,83 Aa	6,08 Ab	17,59 Aa	2,79 Bb	11,49 Aab	2,35 Aa	2,87 Ba	2,88 Aa
0,5	11,17 ABab	19,21 Aa	1,17 Ab	16,38 Aa	0,53 Bb	11,42 Aab	1,14 Ba	1,18 Ba	0,80 Aa
0,25	7,38 Aa	11,46 Aa	1,18 Aa	10,81 Aa	0,62 Aa	9,11 Aa	1,12 Aa	2,04 Aa	1,17 Aa
< 0,25	18,92 Aa	27,78 Aa	3,31 Bb	24,48 Aa	2,12 Bb	18,18 Aa	3,34 Ba	4,52 Ba	5,07 Ba

Letras maiúsculas em uma mesma linha comparam tipos de uso da terra em uma mesma posição na encosta, quando iguais, não diferem entre si ao nível de 1% de significância.

Letras minúsculas em uma mesma linha comparam posições na encosta dentro de um mesmo tipo de uso da terra, quando iguais, não diferem entre si ao nível de 1% de significância.

Tabela 2 – Diâmetro Médio Ponderado das áreas de mata preservada, mata em regeneração e cultivo em duas profundidades, na bacia do Alto Natuba, município de Pombos, Pernambuco.

Posição	MATA	MATA EM REGENERAÇÃO	CULTIVO
------(mm)-----			
0-10 cm			
Terço Superior	2,27 Bb	1,96 Bb	3,24 Aa
Terço Médio	1,51 Bc	3,20 Aa	3,11 Aa
Terço Inferior	3,16 Aa	1,85 Bb	3,07 Aa
10-20 cm			
Terço Superior	2,01 Bb	1,48 Bb	3,16 Aa
Terço Médio	1,19 Bc	3,22 Aa	3,07 Aa
Terço Inferior	3,08 Aa	1,97 Bb	3,09 Aa

Letras maiúsculas em uma mesma linha comparam tipos de uso da terra em uma mesma posição na encosta, quando iguais, não diferem entre si ao nível de 1% de significância.

Letras minúsculas em uma mesma linha comparam posições na encosta dentro de um mesmo tipo de uso da terra, quando iguais, não diferem entre si ao nível de 1% de significância.

Tabela 3 – Diâmetro Médio Geométrico das áreas de mata, mata em regeneração e cultivo em duas profundidades, na bacia do Alto Natuba, município de Pombos, Pernambuco.

Posição	MATA	MATA EM REGENERAÇÃO	CULTIVO
------(mm)-----			
0-10 cm			
Terço Superior	1,45 Bb	1,18 Bb	3,04 Aa
Terço Médio	0,87 Bc	2,95 Aa	2,72 Aa
Terço Inferior	2,90 Aa	0,98 Bb	2,64 Aa
10-20 cm			
Terço Superior	1,18 Bb	0,85 Bb	2,84 Aa
Terço Médio	0,70 Bb	3,01 Aa	2,67 Aa
Terço Inferior	2,76 Aa	1,18 Bb	2,68 Aa

Letras maiúsculas em uma mesma linha comparam tipos de uso da terra em uma mesma posição na encosta, quando iguais, não diferem entre si ao nível de 1% de significância.

Letras minúsculas em uma mesma linha comparam posições na encosta dentro de um mesmo tipo de uso da terra, quando iguais, não diferem entre si ao nível de 1% de significância.

Tabela 4 – Valores médios de densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e matéria orgânica, de três posições de uma topossequência de Argissolo Vermelho Amarelo com área de mata preservada, mata em regeneração e cultivo, em duas profundidades, na bacia do Alto Natuba, município de Pombos, Pernambuco.

	Profundidade	Densidade do solo	Densidade de partículas	Porosidade total	Matéria orgânica
	---(cm)---	-----(g cm^{-3})-----	---(\%)---	---(\text{g kg}^{-1})---	
MATA	0-10	1,38	2,82	50,75	30,81
	10-20	1,39	2,82	50,71	28,10
MATA EM REGENERAÇÃO	0-10	1,44	3,07	53,00	19,16
	10-20	1,43	3,69	61,20	16,48
CULTIVO	0-10	1,49	2,56	41,84	9,97
	10-20	1,50	2,56	41,56	9,94

Figura 4. Diagramas *boxplot* utilizando: A-diâmetro médio geométrico, DMG; B-diâmetro médio ponderado, DMP; C-densidade do solo; D-densidade de partículas; e E-porosidade total, determinados em três posições de uma topossequência de Argissolo Vermelho Amarelo, sob diferentes usos, na bacia do Alto Natuba, no município de Pombos, Pernambuco.

Figura 5. Correlograma entre as variáveis quantificadas numa topossequência de Argissolo Vermelho Amarelo, sob diferentes usos, na bacia do Alto Natuba, no município de Pombos, Pernambuco. Ds = densidade do solo; PT = porosidade total; MO = matéria orgânica; DMP = diâmetro médio ponderado; DMG = diâmetro médio geométrico. * = correlação significativa a 1%; ** = correlação significativa a 5%; *** = correlação significativa a 10%.

Conclusões

A área sob cultivo apresentou tendência de maiores pesos de agregados retidos na classe > 2,00 mm, consequentemente maiores valores de diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG), em todas as posições da encosta, em ambas as profundidades, em relação à mata preservada e em regeneração. Os maiores valores de DMP e DMG no solo sob cultivo pode indicar uma menor floculação das argilas, levando a predominância de agregados maiores.

Exceto para densidade do solo, a área sob cultivo também apresentou tendência de menores valores para todas as outras variáveis mensuradas, principalmente matéria orgânica. Isso indica que o manejo agrícola da terra e a consequente retirada da vegetação nativa afeta os teores de matéria orgânica, contribuindo para o aumento da densidade do solo e diminuição da porosidade total.

Entre posições da topossequência, as áreas sob mata, preservada e em regeneração, apresentaram maiores diferenças de DMG e DMP, comparadas à área sob cultivo, nas duas profundidades. É provável que seja devido ao revolvimento do solo na área sob cultivo, que ao

mesmo tempo que esta prática afeta as características do solo, também promove a uniformização delas na área cultivada. A predominância de agregados menores nas áreas de mata, evidencia o papel da matéria orgânica como agente agregador de partículas e sua importância na estabilidade dos agregados e estruturação dos solos.

O pouco tempo de cultivo levou a alterações na estabilidade dos agregados e nos teores de matéria orgânica, confirmando a literatura de que estas características são sensíveis ao manejo do solo. Por outro lado, a similaridade dos dados entre a área sob a mata preservada e a mata em regeneração há quatro anos, indica que este solo é capaz de recuperar suas propriedades aos níveis iniciais, em curto período, desde que cessem as práticas agrícolas convencionais e seja mantido numa condição de preservação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Tecnologia Mineral do Departamento de Engenharia de Minas, da UFPE, pela

disponibilização do equipamento para as análises de agregados do solo, ao técnico de laboratório Marcelo Gomes, pela receptividade e assistência nas análises, a Embrapa Semiárido pelas análises de características física e química do solo, a Capes, pela bolsa de pós-graduação da primeira autora e ao CNPq, pela bolsa de pesquisadora da segunda autora.

Referências

- Albuquerque, J. A.; Reinert, D. J.; Fiorin, J. E.; Ruedell, J.; Petreire, C.; Fontinelli, F., 1995. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 19 115-119.
- Bertol, I.; Beutler, J. F.; Leite, D.; Batistela, O., 2001. Propriedades físicas de um cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Scientia Agricola*, 58, 555-560.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F., 2008. Conservação do solo. 6. ed. Ícone. São Paulo – SP/ Brasil, 355p.
- Bronick, C. J.; LAL, R., 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma: na International Journal of Soil Science*, Amsterdam, NL, 124, 3-22,
- Carpenedo, V.; Mielniczuk, J., 1990. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, 14, 99-105.
- Carvalho, M. A.; Ruiz, H. A.; Costa, L. M; Passos, R. R.; Araújo, C. A. S., 2014. Composição granulométrica, densidade e porosidade de agregados de Latossolo Vermelho sob duas coberturas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.18, n.10, p.1010–1016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/18071929/agriambi.v18n10p1010-1016>
- Castro Filho, C., Muzilli, O., Podanoschi, A.L., 1998. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo de amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22, 527-538.
- Costa, F. S.; Albuquerque, J. A.; Bayer, C.; Fontoura, S. M. V.; Wobeto C., 2003. Propriedades Físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. *Revista brasileira de ciência do solo*, vol. 27, p: 527-535.
- Fachin, P.A.; Gonçalves, E V.J.; Thomaz, E. L., 2019. Comparação entre dois modelos de Agitador de Yoder na avaliação da estabilidade de agregados de solo. *Revista Brasileira de Geografia Física* 12, 697-704.
- Fernandes, J. C. F. et al., 2017. Characterization of biogenic, intermediate and physicogenic soil aggregates of areas in the brazilian Atlantic Forest. *Revista Caatinga*, 30: 59-67.
- Ferreira, M. M., 2019. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. J. *Física do Solo*. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cap 1, p. 1-28.
- Guerra, A. J. T.; Botelho, R. G. M., 1996. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. *Anuário do Instituto de Geociências* - 19.
- Hartemink, A.E.; Mcbratney, A., 2008. A soil science renaissance. *Geoderma*, Amsterdam, v. 148, p. 123-129.
- Inagaki, T.M., SÁ, J.C.M., Ferreira, A.O., Briedis, C., Tivet, F., Romaniw, J., 2016. Macroagregados como indicadores de qualidade em Sistema plantio direto. *Revista Plantio Direto* 151, 4 – 10.
- Kemper, W.D. & Chepil, W.S., 1965. Size distribution of aggregates. In: Black, C.A. et al., *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, part. 1, cap 40, p. 499-510.
- Kiehl, E. J., 1979. *Manual de edafologia*. São Paulo: Agronômica Ceres, 264p.
- Pinheiro, E.F.M.; Pereira, M.G.; Anjos, L.H.C., 2004. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *SoilTill. Res.*, 77:79-84.
- Oliveira, G. C.; Dias Junior, M. S.; Resck, D. V. S.; Curi, N., 2003. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38, 291-299.
- Silva Neto, E. C.; Pereira, M. G.; Fernandes, J. C. F.; Neto, T. A. C., 2016. Aggregate formation and soil organic matter under different vegetation types in Atlantic Forest from Southeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 37: 3927-3939.
- Silva, A.S., Silva, I.D.F., Bandeira; L.B., Dias, B.O., Silva Neto, L.D.F., 2014. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. *Ciência rural* 44, 1783-1789. DOI: 10.1590/0103- 8478cr2013078.
- Silva, M. L. N.; Curi, N.; Blancaneaux, P., 2000. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de latossolo roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.12, p.2485-2492.
- Statsoft, Inc, *Statistic for Windows*. 2020.

Teixeira, P.C., Donagemma, G.K., Fontana, A.,
Teixeira, W.G., 2017. Manual de métodos de
análise de solo, 3 ed. rev. e ampl. EMBRAPA,
Brasília.

Thomaz, E.L., 2017. High fire temperature changes
soil aggregate stability in slash-and-burn
agricultural systems. *Scientia Agricola* 74, 157-
162. DOI:10.1590/1678-992x-2015-0495.