

# AGREGADOS BIOGÊNICOS E FISIOGÊNICOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS SINTRÓPICOS DIFERENTES IDADES E MATA SECUNDÁRIA

*Data de submissão: 08/03/2024*

*Acceptance date: 02/05/2024*

### **Amanda Vanessa Araújo dos Santos**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Belém - Pará  
<https://lattes.cnpq.br/7193972176982764>

### **Anaila Alencar de Amaral**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém - Pará  
<https://lattes.cnpq.br/4720087705371791>

### **Breno dos Santos Barros**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Belém - Pará  
<http://lattes.cnpq.br/6970888605995875>

### **Sheila dos Santos Tavares**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém - Pará  
<https://lattes.cnpq.br/6566527218158130>

### **Maria Eduarda da Conceição Lourinho**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém - Pará  
<https://lattes.cnpq.br/4441423867757633>

### **Adylson Pereira Campos Junior**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém - Pará  
<http://lattes.cnpq.br/3193759906128201>

**RESUMO:** O estudo foi realizado na propriedade rural Ecovila landê, em Santa Bárbara do Pará, com o objetivo de avaliar a influência do tempo e do tipo de manejo em Sistemas Agroflorestais (SAFs) na formação de agregados biogênicos e fisiogênicos, utilizando uma mata secundária como referência. As áreas de estudo, compostas por SAFs de 5, 4 e 2 anos, além da mata secundária, foram localizadas em uma biossequência com o mesmo tipo de solo. Foram realizadas coletas em cinco pontos diferentes, com amostragem em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm). A análise dos agregados foi feita por meio de peneiramento das amostras e caracterização morfológica. Após a coleta dos dados, foram realizadas análises estatísticas para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados, seguidas por análise de variância. Os resultados indicaram diferenças significativas na distribuição de agregados biogênicos nas camadas de 5-10 cm e 10-20 cm, sendo que o SAFs de 2 anos apresentou a maior média percentual de agregados biogênicos. Além disso, esse sistema também teve sucesso na redução da fração de terra solta nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm. O estudo sugere que o SAFs mais recente exerce

uma influência maior na formação de agregados em comparação com os sistemas mais antigos e a mata secundária. Estudos futuros são necessários para melhor compreensão dessa relação entre cobertura vegetal e formação de agregados biogênicos em áreas de SAFs.

**PALAVRAS-CHAVE:** manejo sustentável; análise do solo; propriedade física, atividade biogênica

## BIOGENIC AND PHYSIOGENIC AGGREGATES IN SYNTROPIC AGROFORESTRY SYSTEMS OF DIFFERENT AGES AND SECONDARY FOREST

**ABSTRACT:** The study was carried out on the Ecovila landê rural property in Santa Bárbara do Pará, with the objective of evaluating the influence of time and type of management in Agroforestry Systems (SAFs) on the formation of biogenic and physiogenic aggregates, using a secondary forest as a reference. The study areas, composed of 5-, 4- and 2-year SAFs, in addition to secondary forest, were located in a biosequence with the same soil type. Collections were carried out at five different points, with sampling at three depths (0-5, 5-10 and 10-20 cm). The aggregates were analyzed by sieving the samples and morphological characterization. After data collection, statistical analyzes were performed to assess the normality and homogeneity of the data, followed by analysis of variance. The results indicated significant differences in the distribution of biogenic aggregates in the 5-10 cm and 10-20 cm layers, with the 2-year SAFs presenting the highest average percentage of biogenic aggregates. Furthermore, this system was also successful in reducing the fraction of loose soil in the 0-5 cm and 5-10 cm layers. The study suggests that the more recent SAFs exert a greater influence on aggregate formation compared to older systems and secondary forest. Future studies are needed to better understand this relationship between vegetation cover and the formation of biogenic aggregates in SAF areas.

**KEYWORDS:** sustainable management; soil analysis; physical property, biogenic activit

## INTRODUÇÃO

Com a evolução da agricultura no mercado e demandas cada vez maiores por alimentos têm instigado produções mais aceleradas e em larga escala, porém as práticas de manejo insustentáveis afetam diretamente o meio ambiente. Desse modo, ações e propostas de plantios e manejo sustentáveis devem ser implementadas para que a agricultura e a conservação ambiental sejam praticadas em complementaridade (YOUNGBERG; DEMUTH, 2013). Assim, surgiu a Agricultura Sintrópica, uma nova proposta de cultivo elaborada pelo pesquisador e agricultor suíço Ernst Götsche, que se tornou mais avançada pela sua nova estrutura e função quando comparada ao cultivo agrofloretais. A partir de 2013, o termo “agricultura sintrópica” foi definitivo, tendo como princípios a conservação da cobertura vegetal natural associado a plantação de culturas comerciais, visando o balanço energético positivo e processos de sucessão natural sem insumos externos (MICCOLIS et al., 2016; PASINI, 2017).

A Agricultura Sintrópica tem se difundido amplamente pelas diversas regiões do Brasil, trazendo consigo soluções inovadoras e sustentáveis para os desafios enfrentados pela agricultura contemporânea. Esta abordagem, que combina técnicas agroecológicas com princípios de conservação ambiental, tem despertado interesse e ganhado adeptos em todo o país (SILVA, 2023). Conforme destacado por Miccolis et al. (2016), a adoção de técnicas como o plantio em consórcio e a integração de árvores nas áreas de produção tem contribuído para aumentar a produtividade e reduzir a dependência de insumos externos.

Para melhor compreensão do desenvolvimento e qualidade do solo sob diferentes métodos de cultivo, a análise dos agregados estáveis é uma das propriedades físicas chave que indicam sua qualidade. Isso se deve ao fato de que práticas de manejo inadequadas podem causar danos substanciais à estrutura do solo. Entre esses danos, a perda de agregação pode resultar em maior compactação, redução na formação de raízes e atividade microbiana, diminuição da porosidade, restrição na absorção de água e aumento da suscetibilidade à erosão (REINERT & REICHERT, 2006).

Os agregados são estruturas compostas pela união de partículas primárias (areia, silte e argila), que se unem através da ação de agentes agregantes, como a matéria orgânica. Quando incorporada, essa matéria orgânica funciona como um agente cimentante, unindo as partículas minerais do solo. Além disso, os agregados também podem ser formados pela ação de raízes e microorganismos (CARDOSO et al., 2013). Quanto à sua classificação morfológica, os agregados podem ser de origem fisiogênica ou biogênica.

A formação fisiogênica corresponde à união das partículas pela adição de matéria orgânica em conjunto aos ciclos de umedecimento e secagem. Por outro lado, a estrutura biogênica depende dos agentes cimentantes das raízes e organismos para consolidar as partículas (BARBOSA, 2011). Em função disso, os agregados biogênicos servem como armazenamento de carbono orgânico e habitat para organismos que fornecem húmus e formam poros e galerias no solo (BRUSSAARD et al., 2007).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e quantificar os agregados de acordo com a influência do tempo e tipo de manejo realizado em cada sistema na formação biogênica e fisiogênica presente nos sistemas SAFs de diferentes idades e como referência utilizou-se a mata secundária.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo e delineamento experimental**

O estudo foi conduzido na propriedade rural Ecovila landê, localizada em Santa Bárbara do Pará, com as seguintes coordenadas: 1°09'43,89"S 48°15'31,99"O (**Figura 1**). Os tipos de solo predominantes na região são Latossolos Amarelos em áreas de relevo plano e Gleissolos nas baixadas, além de áreas de Espodossolos também presentes

na região (IBGE, 1999). Quanto ao clima, de acordo com a classificação de Köppen, é considerado equatorial úmido. As áreas de estudo estão inseridas em uma biossequência que compartilha a mesma classe de solo, porém com diferentes práticas de manejo.

Essas áreas incluem parcelas de 5, 4 e 2 anos sob sistemas agroflorestais sintrópicos (SAFs5, SAFs4 e SAFs2, respectivamente), além de uma parcela de mata secundária que servirá como referência (MS).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições aleatórias em cada sistema.

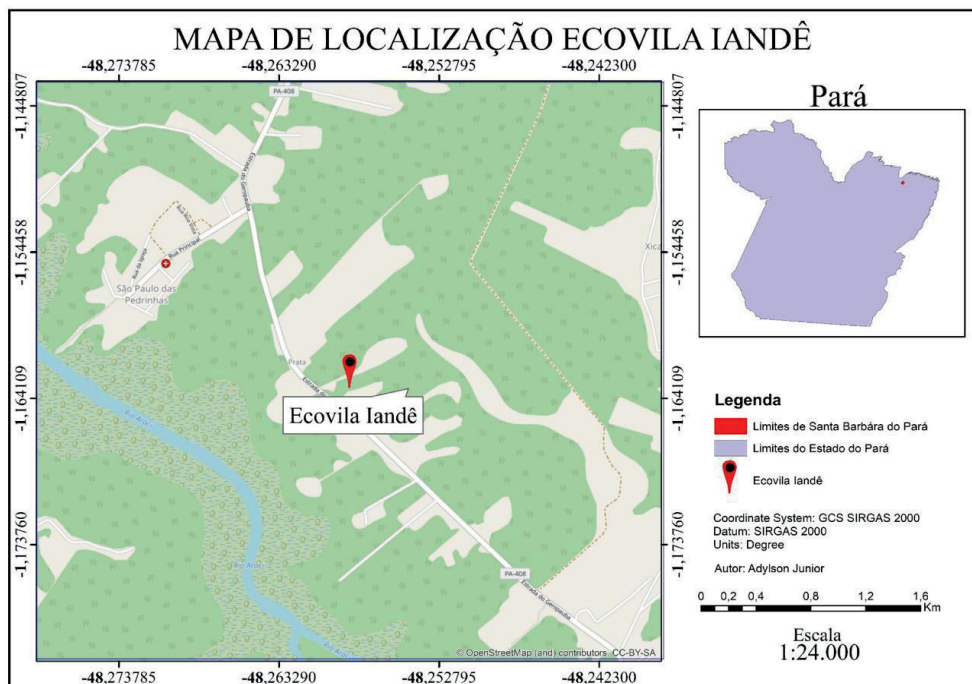


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

Fonte: Autores (2024)

## Coleta das amostras e análise

Para a coleta das amostras, em cada área (sistema) foram abertas cinco mini trincheiras com dimensões aproximadas de 40x40x40 cm. Coletou-se amostras do tipo indeformadas nas profundidades 0-5, 5-10 e 10- 20 e em seguida foram armazenadas em potes plásticos com aproximadamente 500 g e levadas ao Laboratório de Gênese e Morfologia do Solo (UFRA, Belém) para posterior análise.

O procedimento de análise dos agregados consistiu no peneiramento das amostras, através do conjunto de peneiras granulométricas com aberturas 9,5; 8,0; 4,0 e 2,0 mm. (**Figura 2**). Os agregados retidos em cada peneira foram separados e analisados de acordo

com suas características e padrões morfológicos para formação biogênica e fisiogênica, conforme proposto por Velasquez et al. (2007) e Rossi et al. (2016). A identificação dos agregados fisiogênicos foi realizada pela observação de formas angulares, enquanto os biogênicos apresentam formas arredondadas, resultantes da passagem pelo trato intestinal animal, além da presença de raízes e coloração mais escura. (**Figura 3**). Após a separação, foi realizada a determinação da umidade residual e a quantificação dos agregados em termos de seu percentual de massa em relação ao total.



Figura 2. Peneiras granulométricas para separação dos agregados

Fonte: Autores (2024)



Figura 3. Agregados oriundo de formação biogênica

Fonte: Autores (2024)

## Analise de dados

Após a obtenção dos dados, foi realizado a avaliação de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett) dos resíduos. Para os conjuntos de dados que não atingiram tais parâmetros realizou-se a transformação Box-Cox a -1 e a 2.35, após isso, foi feita a análise de variância através das comparações de médias entre si pelo teste t-student a 5% no software Rstudio 4.0.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

ÁREA	%MAB		%TS	
0-5				
MS	52,35	a	47,21	ab
SAFs 5	43,53	a	55,55	ab
SAFs 4	37,47	a	62,52	a
SAFs 2	60,32	a	39,67	b
5-10				
MS	62,53	b	37,443	b
SAFs 5	63,15	b	37,761	b
SAFs 4	39,50	c	62,093	a
SAFs 2	74,57	a	25,345	c
10-20				
MS	66,97	a	33,02	b
SAFs 5	63,54	a	36,45	b
SAFs 4	44,38	b	55,61	a
SAFs 2	68,13	a	31,86	b

MAB = média percentual de agregados biogênicos; TS= média percentual de terra solta (não agregados). Ms = Mata secundária; SAFs 5 anos = sistema de 5 anos; SAFs 4= sistema de 4 anos; SAFs 2 = sistema de 2 anos. Letras minúsculas comparam os sistemas em cada profundidade. Média seguida de mesmas letras não diferem entre si pelo teste t-student a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Valores em porcentagem (%) de agregados biogênicos (MAB) e não agregados (TS) presente nos SAFs e Mata secundária

Fonte: Autores (2024)

Os resultados indicaram que os percentuais de massa de agregados biogênicos (MAB) na profundidade 0-5 dos SAFs (5, 4 e 2 anos) e MS (Mata secundária) não apresentaram diferença significativa. Isto pode ser atribuído à maior concentração de raízes na camada superficial do solo, onde há um constante acúmulo de material orgânico e microrganismos, criando um ambiente favorável para uma maior agregação na região, que se iguala em todos os sistemas. Essa observação está em linha com os achados de Loss et al. (2017) que não encontraram diferenças na proporção de agregados biogênicos e físicos entre os tratamentos, mesmo após a aplicação de diferentes tipos e quantidades de estrume suíno na camada de 0-5 cm.



Na camada de 5-10 cm, foram observadas diferenças significativas, com o sistema de 2 anos (SAFs 2) apresentando uma média percentual de agregados biogênicos (MAB) maior do que os demais sistemas, seguido pelo SAFs de 5 anos e pela MS, que apresentaram médias semelhantes, e pelo SAFs de 4 anos, que teve a menor média. Esse padrão também foi observado na camada de 10-20 cm, onde o SAFs de 2 anos manteve a maior média de agregados, enquanto o SAFs de 4 anos teve a menor média novamente.

O sistema de 2 anos demonstrou melhor desenvolvimento estrutural, apresentando também menor média de massa de não agregados (TS) nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20. Nesse sentido duas hipóteses foram formuladas, a primeira estar relacionada a influência do sistema radicular de gramíneas, visto que alguns autores (WENDLING et al, 2005 e NICHOLS et al, 2013) deletaram que as raízes das gramíneas influenciaram na quantidade e estabilidade estrutural de agregados. Outra hipótese diz respeito ao manejo realizado com podas frequentes de material verde que são mantidos em superfície, contribuindo para conservação e aumento da umidade e diminuição das perdas de solo por erosão e aumenta o teor de matéria orgânica e formação de agregados (PERIN et al, 2003)

Em contra partida, o sistema de 4 anos apresentou uma menor média de porcentagem de agregados em todas as profundidades (0-5, 5-10, 10-20). Isso se deve ao fato de que o solo onde o SAFs foi implantado possuía uma maior presença de areia em comparação às outras áreas. No entanto, o manejo desse sistema foi realizado com cobertura de matéria orgânica à base de caroços de açaí e esterco, o que contribuiu para a formação de agregados, embora não tenha sido suficiente em comparação com os outros. Por outro lado, para a formação de agregados são necessárias duas condições essenciais: primeiro, a presença de forças mecânicas (como raízes, macro e microfauna, ciclo de umedecimento e secagem) para unir as partículas primárias do solo; segundo a presença de agentes cimentantes, como a fração argila, óxidos e matéria orgânica (CARTER, 2004). Portanto, um solo com maior teor de areia tende a ter uma agregação menos eficiente em curto prazo, uma vez que, de acordo com Chan et al. (2001), os agregados também dependem da junção de partículas de argila em conjunto com a matéria orgânica para sua formação.

## CONCLUSÃO

O SAFs mais novo (SAFs 2) obteve maior influência na quantidade de agregados em relação aos SAFs mais antigos (5 e 4 anos) e Mata secundária. Tendo como hipóteses, que tal influencia na agregação pode estar relacionada ao manejo com podas frequentes de material verde e ao sistema radicular de gramíneas que podem ter estimulado o aumento da atividade biológica do sistema.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, I. **Atributos edáficos e fauna do solo em áreas de integração lavoura-pecuária no bioma Cerrado**, Mato Grosso do Sul. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. p. 86, 2011
- BULLOCK, P., FEDEROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G., TURSINA, T. et al. **Handbook for Soil Thin Section Description**. **Albrighton**, England: Waine Research Publications, 1985.
- BRUSSAARD, L.; PULLEMAN, M. M.; OUE DRAOGO, E.; MANDO, A.; SIX, J. **Soil fauna and soil function in the fabric of the food** web. *Pedobiologia*, Jena, v. 50, n. 6, p. 447-462, 2007.
- CARTER, M. R. **Researching structural complexity in agricultural soils**. *Soil & Tillage Research*, p. 1-6, 2004
- CARDOSO. E.; VASCONCELLOS. R.; BINI. D.; MIYAUCHI. M. **Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health?**. *Scientia Agricola*. V. 70, n. 4, pag. 219-303, 2013.
- CHAN, K. Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. **Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture ley**. *Soil Science*, New Brunswick, v. 166, n. 1, p. 61-67, 2001.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de análise de solo**. 2a ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- IBGE. Banco de Dados de Recursos Naturais da Amazônia Brasileira. Rio de Janeiro. IBGE/CISCEA/SIVAM. SIG, Produto Digital, 1999.
- LOSS, A. et al. **Soil fertility, physical and chemical organic matter fractions, natural 13C and 15N abundance in biogenic and physico-genic aggregates in areas under different land use systems**. *Soil Research*, v. 52, p. 685-697, 2014.
- Loss, A, et al. **Carbon, nitrogen and natural abundance of 13C and 15N in biogenic and physico-genic aggregates in a soil with 10 years of pig manure application**. *Soil Till Res* 166: 52-58. (Argentina) 38 (1): 12-20
- MICCOLIS, A. et al. **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: Como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga**. Brasília: ISPN/ICRAF, 2016. 266p.
- NICHOLS, K. A. et al. **Roles of biology, chemistry, and physics in soil macroaggregate formation and stabilization**. *The Open Agriculture Journal*, Beijing, v.7, p.107-117, 2013.
- PASINI, F.S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- PERIN, A; GUERRA, J. G. M. & TEIXEIRA, M. G. **Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro em plantio direto**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.791-796, 2003.
- PULLEMAN, M. **Interactions between soil organic matter dynamics and soil structure as affected by farm management**. PhD thesis. Wageningen University dissertation, pag. 146, 2002.



VELASQUEZ, E. et al. This ped is my ped: **Visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates**. *Pedobiologia*, v. 51, p. 75-87, 2007.

Wendling, Beno et al. **Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [online]. 2005, v. 40, n. 5 [Acessado 4 Outubro 2022], pp. 487-494.

YOUNGBERG, G.; DEMUTH, S. P. **Organic agriculture in the United States: A 30-year retrospective**. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2013.

REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel.; VEIGA, Milton.; SUZUKI, Luís Eduardo Akiyoshi Sanches. **Qualidade física dos solos**. In: *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*, 16, 2006.

ROSSI, C. Q. et al. **Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de manejo agroecológico**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1677-1685, set. 2016