



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO

12-15 SETEMBRO 2017  
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



## Variabilidade Espacial de Atributos do Solo em um Sistema Agroflorestal no Cerrado: Um Novo Olhar Sobre Amostragem em Sistemas Biodiversos

*Spatial Variability of Soil Attributes in an Agroforestry System in the Cerrado: A New Focus on Sampling Biodiverse Systems*

SANTOS, Pedro Pereira<sup>1</sup>; FERREIRA, Eloisa Aparecida Belleza<sup>2</sup>; MATTOS, Luciano Mansor<sup>3</sup>; DELVICO, Francisco Matos dos Santos<sup>3</sup>; SOUZA, Álvaro Nogueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília (UnB), pedrope.caliandra@gmail.com; ansouza@unb.br; <sup>2</sup>Embrapa Quarentena Vegetal, eloisa.belleza@embrapa.br; <sup>3</sup>Embrapa Cerrados, luciano.mattos@embrapa.br; francisco.delvico@embrapa.br

**Tema Gerador:** Manejo de Agroecossistemas e Agricultura Orgânica

### Resumo

Os Sistemas Agroflorestais se apresentam como uma alternativa para a produção sustentável de alimentos. Entretanto a variabilidade espacial nos atributos do solo desses sistemas não está bem esclarecida o que pode induzir o produtor cometer erros na amostragem e na interpretação dos Resultados da análise. Desta maneira o objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo em um Sistema Agroflorestal Sucessional de quatro anos no Cerrado. Para isso foram avaliadas amostras de solo coletadas até 30 cm de profundidade para os tratamentos: Canteiro de Roça (CR), Canteiro de Arvore (CA), Entre-Canteiros (EC) e CERRADO. Foram observadas diferenças nos atributos do solo tanto entre o Sistema Agroflorestal e o ecossistema nativo de Cerrado como entre os ambientes do Sistema Agroflorestal. Deste modo, em termos de amostragem para fertilidade e matéria orgânica, o produtor não deve subestimar a variabilidade espacial quanto aos atributos químicos e carbono do solo.

**Palavra-chave:** Carbono; Nitrogênio; pH; Sistemas integrados de produção; Agroecologia.

### Abstract

Agroforestry systems present themselves as an alternative for sustainable food production. However, spatial variability in the soil fertility of these systems is not well understood, which may induce farmers to make errors in the sampling and interpretation of analysis results. Therefore, the objective of this work was to evaluate the spatial variability of soil attributes in a four-year old Agroforestry System in the Cerrado. Soil samples collected up to 30 cm depth were assessed for the following treatments: vegetable garden bed (CR), tree crops bed (CA), pathways between beds (CE) and CERRADO (native savannah). Differences in soil attributes were observed both between agroforestry and native Cerrado ecosystems as well as within the agroforestry system. Thus, in terms of sampling for fertility and organic matter farmers should not underestimate the spatial variability concerning soil carbon and chemical attributes.

**Keywords:** Carbon; nitrogen; pH; integrated production systems; agroecology.

### Introdução

Os Sistemas Agroflorestais (SAF's) sinalizam uma alternativa para o uso do solo, sendo menos impactantes ao meio ambiente em relação a monoculturas e pastagens (Santos *et al.*, 2015). Além disso apresentam grande potencial para reduzir a erosão do solo,



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO

12-15 SETEMBRO 2017  
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



mantendo ou até recuperando sua produtividade, bem como contribuir para segurança alimentar em um cenário de mudanças climáticas (Franco *et al.*, 2002; Mbow *et al.*, 2014). Dentre os Sistemas Agroflorestais encontram-se os Sistemas Agroflorestais Sucessionais que utilizam da biodiversidade e dos princípios da sucessão ecológica para produzir alimentos de forma sustentável, favorecendo a ciclagem e o aporte de nutrientes no solo fornecendo assim serviços ambientais (Penereiro, 1999; Alves, 2012). Desta maneira esses ambientes também aumentam a eficiência no uso dos nutrientes refletindo na diminuição de custos com insumos (Hoffmann, 2013). Porém são poucos os trabalhos que analisam dinâmica de nutrientes em Sistemas Agroflorestais Sucessionais no Cerrado, tampouco publicações específicas revisadas por pares que descrevem a variabilidade da fertilidade e armazenamento de carbono, deixando a aplicação de insumos e amostragem de solo muitas vezes à mercê do empirismo do agricultor.

Desta maneira o objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo em um Sistema Agroflorestal Sucessional de quatro anos no Cerrado e identificar parâmetros de distribuição da amostragem para otimizar a adubação e aplicação de substratos orgânicos.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em uma área inserida no domínio do Cerrado em uma propriedade de Agricultura Familiar denominada Sítio Semente localizada no Núcleo Rural Lago Oeste (NRLO), vizinha ao Parque Nacional de Brasília, no DF. Segundo a classificação Köppen o clima na região é Aw com duas estações bem definidas. O produtor iniciou a produção orgânica de alimentos através de Sistemas Agroflorestais Sucessionais irrigados por aspersão em uma área que estava a cerca de 10 anos abandonada com predominância de gramíneas exóticas sobre um Latossolo Vermelho argiloso. O sistema avaliado nesse estudo tinha em torno de quatro anos e compreendia uma área de aproximadamente 0,4 ha, composta de canteiros de árvores (CA) intercalados com canteiros de roça (CR). Os CA eram constituídos de linhas espaçadas em 5,2 m com espécies arbóreas e arbustivas plantadas no centro de canteiros com 80 cm de largura e 20m de comprimento (espaçamento entre plantas entre 2 e 3 metros). O espaço entre as linhas de arbóreas/arbustivas era constituído de três canteiros de roça (CR) com 80 cm de largura e nos quais foram implantados consórcios de duas a quatro espécies olerícolas (hortaliças e/ou tubérculos) com ciclos de dois a oito meses. O espaço entre todos os canteiros era de aproximadamente 30cm (EC). O CA era composto por espécies frutíferas e produtoras de biomassa tendo como principais o eucalipto (*Eucalyptus spp.*), banana (*Musa spp.*), café (*Coffea arábica*), *Citrus spp.*, abacate (*Persea americana*).



na), cinamomo (*Melia azedarach*), chichá-do-cerrado (*Sterculia striata*). As principais espécies utilizadas no CR foram: alface (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*), brócolis (*Brassica oleracea*), tomate cereja (*Solanum lycopersicum*), alho-poró (*Allium porrum*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), cenoura (*Daucus carota*) e inhame (*Dioscorea spp.*). Como Referência nativa, foi avaliada uma área de Latossolo da mesma classe textural sob cerrado sentido restrito (CERRADO) localizada no Parque Nacional de Brasília.

A implantação do sistema Agroflorestal foi realizada com preparação do solo conduzida de forma mecanizada com uso de enxada rotativa para revolvimento e incorporação de insumos (Tabela 1) e sofreu três reformas para condução de ciclos de roça no CR (Tabela 1) com adubação orgânica na forma de esterco de galinha e/ou suínos incorporados também de forma mecanizada. No CA o sistema não sofreu reformas e foi adubado apenas no primeiro ciclo (Roça 1). Na implantação e reformas do sistema foi depositada sobre os canteiros em torno de 2 cm de cobertura morta na forma de cavacos provenientes de fitomassa de espécies arbóreas trituradas com diâmetro médio de um centímetro. A partir do segundo ciclo de roça o produtor intervinha na forma de podas de eucalipto e cortes de bananeira que eram depositados de forma aleatória sobre o solo do CA.

**Tabela 1.** Quantidades de insumos usados nas reformas do sistema.

Insumos	Reformas do Sistema			
	Roça 1 (inicio)	Roça 2	Roça 3	Roça 4
Pó de Rocha <sup>1</sup> (g/m <sup>2</sup> )	300	300	300	300
Farinha de osso (g/m <sup>2</sup> )	200	200	200	200
Esterco (l/m <sup>2</sup> )	10	5	5	5
Biomassa de cobertura (l/m <sup>2</sup> )	10	10	10	10

<sup>1</sup> pó de rocha é classificado como Biotitaxisto.

A coleta de solo foi realizada em 2015 ao final da colheita da Roça 4 tomando por base três tratamentos pré-definidos de acordo com a arquitetura do sistema mais o Cerrado: CA; CR; EC; CERRADO. Nessa ocasião os canteiros dos ambientes CR e CA apresentavam altura média de 10 e 4 cm, respectivamente. Os canteiros foram divididos em três módulos no seu comprimento, compondo três repetições. Com auxílio de um trado modelo holandês procedeu-se 10 coletas de amostras simples de solo para os intervalos de profundidade de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm em cada repetição. As amostras simples foram homogeneizadas formando uma amostra composta para cada tratamento, por profundidade e por repetição. As amostras foram secas ao ar, passadas em peneiras de 2mm e procedeu-se as Análises de Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio



(Mg) e pH de acordo com o método da EMBRAPA (1997). Para Análises de concentração de carbono (C) e nitrogênio (N) as amostras foram maceradas em almofariz até a passagem do Material em peneira de 100 mesh; foram pesadas 30mg em balança Mettler Toledo, modelo AB265-S, acomodadas em folhas de zinco (2,5x2,5cm) que foram analisadas em analisador elementar modelo vario Macro cube, CHNS Elementar (padrão sulfanilamida N = 16,25% e C = 41,81%). As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) seguido de análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey ( $p < 0,05$ ) considerando a média ponderada entre os intervalos de profundidade em vista que não houve efeito da profundidade nos atributos do solo e pressupondo que não há diferença de densidade no perfil de 0-30cm. As Análises estatísticas foram realizadas com o pacote Statistical Analysis System SAS, versão 9.1.3 (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA).

## Resultados e Discussão

A maior concentração de N ocorreu no CERRADO, seguido de CA e CR e os menores valores foram verificados no EC (Tabela 2). Em relação a K os teores foram diferentes para todos os tratamentos na ordem CA>CR>CERRADO>EC (Tabela 2). CR e CA apresentaram teores mais elevados de Ca em comparação a EC e CERRADO (Tabela 2). Para Mg foram observados valores mais elevados em CR, seguido por Cerrado e CA e por último EC (Tabela 2). Quanto ao pH, não foram observadas diferenças significativas entre o CERRADO e EC, mas o CR apresentou o pH mais elevado de todos os ambientes, incluindo o CA (Tabela 2). Essas diferenças entre os ambientes de CR, EC e CA sinalizam que, em termos gerais houve variabilidade espacial na distribuição da fertilidade no solo da Agrofloresta.

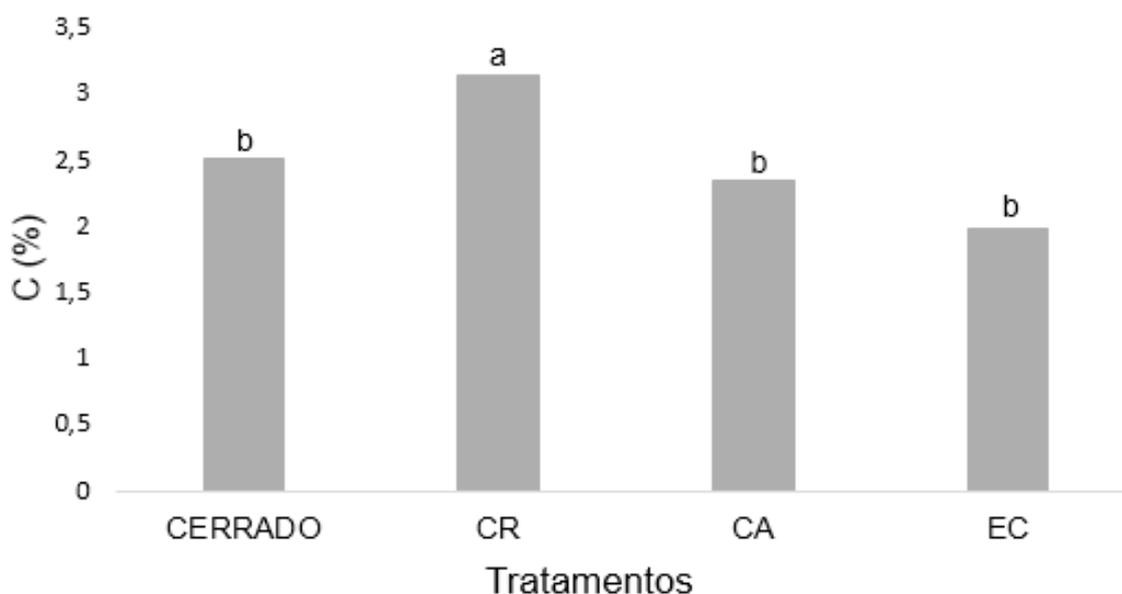
**Tabela 2.** Atributos químicos em um Latossolo sob Sistema Agroflorestal Sucessional e vegetação nativa do Cerrado

Tratamentos	Atributos do solo				
	N (g/kg)	K (mg/cm <sup>3</sup> )	Ca (me/100cc)	Mg (me/100cc)	pH (H <sub>2</sub> O)
CERRADO <sup>1</sup>	1,55 a	120 c	0,08 b	0,25 c	4,9 c
CR	1,23 b	259 b	5,93 a	2,7 a	6,85 a
CA	0,87 b	419 a	4,55 a	1,62 b	5,97 b
EC	0,68 c	32 d	0,47 b	0,12 c	4,78 c

<sup>1</sup>CERRADO = cerrado sentido restrito; CR = Canteiros de Roça; CA = Canteiros de Arvores; e EC = Entre Canteiro. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os ambientes pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.



As maiores concentrações de C do solo ocorreram no CR (3,14%) e não foram observadas diferenças significativas entre CA (2,35%), EC (1,97%) e CERRADO (2,51%) (Figura 1).



**Figura 1.** Concentração de carbono em um Latossolo sob Sistema Agroflorestal Sucessional e vegetação nativa do Cerrado. CERRADO = cerrado sentido restrito; CR = Canteiro Roça; CA = Canteiro Arvore; e EC = Entre Canteiro. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os ambientes pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O pH do solo está moderadamente elevado, principalmente no tratamento CR, que também foi relatado em Sistemas Agroflorestais Sucessionais por Hoffmann, (2013). Esse comportamento pode ser explicado pelo poder neutralizante dos silicatos presentes no pó de rocha como observado por Silva *et al.* (2012), que demonstraram o potencial da biotita xisto de alterar o pH do solo. Com a elevação do pH o solo fica mais eletropositivo o que pode acarretar lixiviação de elementos catiônicos, como K, e indisponibilização de alguns micronutrientes (Brady e Weil, 2013).

Foi constatada maior concentração de nutrientes e carbono no tratamento que recebe os ciclos de roça (CR) o que reforça o entendimento de que em Sistemas Agroflorestais biodiversos, tanto a fisiologia como a produtividade das espécies são desuniformes tanto no tempo como no espaço. Sendo assim, a adição de insumos químicos e orgânicos deve levar em consideração as peculiaridades da dinâmica de nutrientes e carbono em função do balanço de entradas e exportações dos agroecossistemas.



Deste modo, em termos de amostragem para fertilidade e matéria orgânica, o produtor não deve subestimar a variabilidade espacial quanto aos atributos químicos e carbono do solo.

### **Conclusão**

Nesse estudo de caso, tendo em vista a variabilidade espacial verificada para todos os atributos do solo, foi demonstrada a importância na espacialização da amostragem em função das entradas e saídas diferenciadas de matéria e energia em Sistemas Agroflorestais biodiversos. Deste modo, o produtor pode otimizar a quantidade de insumos aplicados nas reformas, o que pode garantir aumento da eficiência na adubação e redução de custos.

### **Agradecimentos**

À equipe do projeto Transição Produtiva e Serviços Ambientais e à Embrapa Cerrados.

### **Referências Bibliográficas**

ALVES, R.P. Dinâmica de nitrogênio em sistema agroflorestal na região de cerrado (Brasil central). Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília, 2012. 66 p.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R.; Acidez, alcalinidade, aridez e salinidade do solo. In: Elementos da natureza e propriedades do solo, Tradução técnica: Igor Fernando Lepsch. 3. ed., Bookman, p. 398-435, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 1997, 247 p.

FRANCO, F.S.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F.; JUCKSCH, I.; FILHO, E.I.F.; SILVA, E.; NETO, A.M. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Árvore, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

HOFFMANN, M.R.H. Sistemas Agroflorestais para Agricultura Familiar: análise econômica. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade de Brasília, 2013. 140 p.

MBOW, C.; SMITH, P.; SKOLE, D.; DUGUMA, L.; BUSTAMANTE, M. Achieving mitigation and adaptation to climate change through sustainable agroforestry practices in Africa. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 6, p. 8-14, 2014.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO

**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

**Tema Gerador 9**

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



PENEREIRO, F.M. Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, 1999. 149 p.

SANTOS, W.M.; SILVA, F.B.; SOUZA, M.G.C.; CONCEIÇÃO, A.K.R. Comparativo de impactos ambientais entre manejo de culturas: sistema agroflorestal e monoculturas. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2015, 5 p.

SILVA, D.R.G; MARCHI, G.; SPEHAR, C.R.; GUILHERME, L.R.G.; REIN, T.A.; SOARES, D.A.; ÁVILA, F.W. Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 951-962, 2012.