

# VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS EM SOLO DE CERRADO SOB CAFEICULTURA TECNIFICADA E SUBMETIDA A DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

**Daniel Gadia Cunha**<sup>1</sup>, **Marcos André Silva Souza**<sup>2</sup>, **Elias Nascentes Borges**<sup>3</sup>, **Gilberto Fernandes Corrêa**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Agronomia UFU Bolsista CNPq e mail danielgadia@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Mestrando Agronomia- UFU Bolsista Embrapa, e-mail: s.s.m.andre@uol.com.br

<sup>3</sup>Professor Dr. Curso Agronomia –UFU e-mail: Elias@ufu.br

<sup>4</sup> Professor Dr.(orientador) Curso Agronomia –UFU e-mail: gfcorrea@centershop.com.br

**Palavras-chave:** Café, atributo físico, geoestatística

**Área do Conhecimento:** Agronomia

**Resumo-** Os maiores produtores de café (*Coffea arabica*) na América do Sul são o Brasil e a Colômbia. Este é um dos principais produtos agrícolas de exportação da economia brasileira ocupando, assim extensas áreas cultivadas, principalmente no estado de Minas Gerais. Para obter maior produtividade tem-se adotado práticas de manejo com mecanização intensiva, proporcionando a degradação dos atributos físicos aos solos de cerrado. Desse modo o trabalho teve como objetivo: Avaliar as condições físicas de um Latossolo de caráter argiloso, sob cultivo de café, em diferentes sistemas de manejo, utilizando-se estatísticas não espacial e geoestatística. Os valores dos atributos físicos analisados variaram em função da posição de amostragem, com destaque para as regiões de entre linhas de cultivo (meio da rua) e área compactada por máquinas (rodada) que apresentaram valores superiores de resistência à penetração e densidade aparente do solo e conseqüentemente menor porosidade total. Quanto a variabilidade espacial conclui-se que o modelo que melhor se ajustou para a maioria dos valores dos atributos físicos estudados foi o Efeito Pepita Puro (EPP). Este modelo indica uma tendência geral de independência espacial para distâncias maiores ou iguais a 4 m (distância amostrada no experimento). Neste caso, é possível inferir que toda variabilidade destes elementos foi ao acaso.

## Introdução

Os países que detêm as maiores áreas plantadas e produções de café (*Coffea arabica*) na América do Sul são o Brasil e a Colômbia. Estes contribuem, juntamente com a Indonésia, com mais de 50% da produção mundial. O café é um dos principais produtos de exportação do Brasil, ocupando extensas áreas agrícolas, principalmente no estado de Minas Gerais que é detentor de 46% da área cultivada no país. A mecanização intensiva tem, freqüentemente, causado a degradação física do solo sob cafeicultura. De acordo com Carvalho Júnior (1995)<sup>(1)</sup>, tem sido comum a ocorrência de problemas físicos nas áreas de cerrado, de forma a interferir negativamente no desenvolvimento e capacidade produtiva das plantas. Para minimizar tais problemas, é importante desenvolver estudos que busquem avaliar manejos e propor medidas que sejam econômicas e contribuam para a sustentabilidade destes agroecossistemas.

O mapeamento de atributos físicos do solo, tais como a densidade, e compactação, em diferentes posições da área cultivada (região sob

a planta de café, área compactada pneus de máquinas e entre as linhas de cultivo), se constitui numa ferramenta importante para identificar áreas específicas com problemas físicos capazes de afetar a distribuição de raízes no perfil. De acordo com Gontijo (2003)<sup>(2)</sup> o adequado aprofundamento e distribuição das raízes no solo, é importante não só para a absorção de água e nutrientes, mas também para a respiração e excreção de metabólitos pelas plantas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as condições físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 1999) de caráter argiloso, sob cultivo de café, em diferentes sistemas de manejo, utilizando-se da estatística não espacial. Posteriormente, foi aplicada a metodologia geoestatística para a variabilidade espacial dos atributos físicos afim propor qual o manejo e forma de amostragem mais adequada.

## Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia – MG, em uma área cujo solo é classificado como Latossolo

Vermelho Distrófico, textura argilosa. Esta unidade é formada pelo retrabalhamento de sedimentos do arenito de Bauru. A área do experimento apresenta topografia suave ondulada, as variedades de café cultivadas na área são Catuaí e Acaia. com 2,5 anos de idade e foi plantada no espaçamento de 3,5 x 1,0 m, com uma planta por cova. O sistema submetido à irrigação é por gotejo ( fertirrigação), realizado em período de déficit hídrico para suprir 120% da quantidade de água evaporada no tanque Classe A instalado na área. Demarcou-se 4 malhas (talhões) de 20 x 60 m cada, contendo 60 pontos equidistantes de 3,5m x 4,0 m, os quais foram posteriormente georeferenciados. Os pontos foram alocados em seqüência, contemplando as seguintes posições: entre linhas de plantio (meio da rua), sob a planta (saia do cafeeiro) e área compactada pela roda de tração do trator (rodada). Foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

- 1) - Controle de plantas daninhas com herbicida de contato, a base de glyphosato, aplicado com pulverizador tratorizado (PH-400 Jacto) e irrigado – malha 1.
- 2) - Controle de plantas daninhas com herbicida de contato, a base de glyphosato, aplicado com pulverizador tratorizado (PH-400 Jacto) em regime de sequeiro - malha 2
- 3) - Controle de plantas daninhas com grade niveladora de dupla ação, incorporando ao solo os resíduos até 10 cm, irrigado – malha 3.
- 4) - Controle de plantas daninhas com grade niveladora de dupla ação, incorporando ao solo os resíduos até 10 cm, em regime de sequeiro – malha 4.

Em março de 2004 foram coletadas amostras nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nos pontos amostrais da área para o estudo dos atributos físicos (densidade, porosidade, resistência a penetração) adotando metodologia preconizada pela Embrapa (1997)<sup>(3)</sup>. As análises estatísticas foram realizadas em duas etapas. Primeiramente aplicou-se a estatística não espacial através do teste T-student 5% de probabilidade e posteriormente utilizou-se o programa GS<sup>+</sup> (Gamma Design Software) para análise de geoestatística com a finalidade de comparar o efeito dos manejos aplicados na área.

## Resultados

**Tabela 1-** Avaliação dos atributos físicos de uma Latossolo Vermelho de cerrado sob cafeicultura em quatro sistemas de manejo em duas profundidades. Uberlândia – março de 2004.

Malha	Profundidade					
	0-20 cm			20-40 cm		
	Meio	Saia	Rodada	Meio	Saia	Rodada
<b>Densidade Aparente ( g.dm<sup>-3</sup>)</b>						
1	1,53 b	1,47 c	1,63 a	1,56 a	1,51 b	1,56 a
2	1,52 b	1,46 c	1,63 a	1,49 a	1,42 b	1,60 a
3	1,52 b	1,46 c	1,63 a	1,58 a	1,54 b	1,57 a
4	1,57 b	1,50 c	1,63 a	1,62 a	1,58 b	1,61 a
<b>Resistência Penetração ( kgf.cm<sup>-2</sup>)</b>						
1	32,48 b	20,30 c	48,72 a	64,38 b	64,38 b	75,75 a
2	44,08 b	31,32 c	60,32 a	44,08 b	75,98 a	81,72 a
3	39,44 b	33,06 b	54,52 a	75,40 b	58,58 c	86,42 a
4	38,28 b	37,12 b	43,50 a	87,58 a	84,10 a	83,52 a
<b>Porosidade ( dm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>)</b>						
1	0,41 b	0,44 a	0,38 c	0,40 b	0,43 a	0,41 b
2	0,41 b	0,44 a	0,38 c	0,43 b	0,46 a	0,39 c
3	0,41 b	0,44 a	0,38 c	0,39 b	0,42 a	0,40 b
4	0,40 b	0,43 a	0,38 c	0,38 b	0,40 a	0,39 b

Médias seguidas da mesma letra, em cada linha, para cada atributo físico, não diferem entre si pelo teste T-Student a 5%.

**Tabela 2** -Variabilidade espacial dos atributos físicos de um Latossolo Vermelho de cerrado sob cafeicultura em quatro sistemas de manejo em duas profundidade. Uberlândia – março de 2004.

Manejos	Profundidade	Modelo	Densidade Aparente ( g.dm <sup>-3</sup> )				Média
			Co	Co + c	a	b	
Herbi/irrigado(malha1)	0 – 20	EPP	0,00715	-	-	-	1,54
	20 - 40	LSP	0,00352	-	-	-	1,55
Herbi/sequeiro(malha2)	0 - 20	EPP	0,00738	-	-	-	1,54
	20 – 40	EPP	0,00738	-	-	-	1,51
Grade/irrigado(malha3)	0 – 20	EPP	0,00517	-	-	-	1,53
	20 – 40	EPP	0,00187	-	-	-	1,56
Grade/sequeiro(malha4)	0 – 20	EPP	0,00517	-	-	-	1,57
	20 – 40	EPP	0,00187	-	-	-	1,60
<b>Porosidade ( dm<sup>3</sup>.dm<sup>-3</sup>)</b>							
Herbi/irrigado(malha1)	0 – 20	EPP	0,00119	-	-	-	0,41
	20 - 40	EXP	0,00010	-	-	13,56	0,41
Herbi/sequeiro(malha2)	0 - 20	EPP	0,00122	-	-	-	0,41
	20 – 40	EPP	0,00013	-	-	-	0,42
Grade/irrigado(malha3)	0 – 20	EPP	0,00095	-	-	-	0,42
	20 – 40	EPP	0,00048	-	-	-	0,41
Grade/sequeiro(malha4)	0 – 20	EPP	0,00089	-	-	-	0,40
	20 – 40	EPP	0,00050	-	-	-	0,39
<b>Resistência Penetração ( kgf.cm<sup>-2</sup>)</b>							
Herbi/irrigado(malha1)	0 – 20	EPP	272,1360	-	-	-	38,21
	20 - 40	EPP	248,0626	-	-	-	71,08
Herbi/sequeiro(malha2)	0 - 20	EPP	291,0739	-	-	-	47,62
	20 – 40	EPP	248,0626	-	-	-	82,68
Grade/irrigado(malha3)	0 – 20	EPP	197,2486	-	-	-	42,98
	20 – 40	EPP	288,3255	-	-	-	72,63
Grade/sequeiro(malha4)	0 – 20	EPP	88,2777	-	-	-	41,18
	20 – 40	EPP	207,4539	-	-	-	85,00

Co – Efeito Pepita; Co +C – Patamar; a – Alcance (m); b - coeficiente angular. EPP – Efeito Pepita Puro e EXP - Modelo Exponencial.

## Discussão

Observa-se pela Tabela1 que os valores de densidade nas profundidades estudadas foram maiores na região de tráfego, quando comparado à entre linhas de cultivo (meio da rua)

e sob a planta (saia do cafeeiro). Verifica-se (tabela 4) que sob a planta apresenta valores superiores de porosidade para ambas profundidades, devido ao crescimento do sistema radicular o qual libera exsudados orgânicos que favorecem a agregação do solo, bem como a presença de maior umidade nesta região do cafeeiro o que favorece a atividade microbiana resultando em maiores taxas de agregação das partículas do solo, promovendo assim maior porosidade na camada superficial. Para o manejo sequeiro herbicida (malha 2), observa-se na profundidade de 20-40 cm que a área de tráfego de máquinas obteve índice inferior de porosidade quando comparado aos outros pontos amostrais. Isto ocorre aparentemente devido a movimentação de maquinário agrícola e ausência de revolvimento de solo os quais promovem desagregação física das partículas do solo resultando em dispersão e migração da mesma para subsuperfície o que promove redução de porosidade. Para os demais manejos as regiões de entre linhas de cultivo e “rodada do trator” não diferiram estatisticamente, provavelmente em função da compactação promovida pelos discos da grade (“pé de grade”) nos tratamentos 3 e 4 e durante a construção do terraço da malha 1 (irrigado/herbicida). Segundo Stone & Silveira (2001)<sup>(4)</sup> o uso intensivo da grade aradora em culturas anuais levou a formação de uma camada mais compactada abaixo da profundidade de atuação do implemento, com maiores valores de densidade do solo e, conseqüentemente, menores valores de porosidade total, revelando o efeito danoso do revolvimento do solo nessa situação, refletindo a ação negativa da grade niveladora na cultura do cafeeiro, numa menor intensidade devido ao seu menor peso.

Para o atributo físico resistência a penetração nota-se que no mês de março independente do sistema de manejo empregado para a profundidade de 0-20 cm que a região do “meio da rua” não apresentou diferença significativa isto provavelmente em virtude da atuação do sistema radicular da *Brachiaria decumbens* o qual promove alterações físicas, químicas e físico-químicas ocorrendo assim homogeneização na área de atuação do mesmo. Para as malhas 3 e 4 (sistema gradeado) na profundidade de 0-20 cm observa-se que com o uso da grade ocorreu uma homogeneização das regiões da “saia do cafeeiro” e entre linhas de cultivo não ocorrendo diferença significativa entre estes atributos estudados. Quanto a região da “rodada do trator” independente das profundidades avaliadas, os maiores valores deste atributo estudado é resultado do trânsito de maquinário e implemento agrícola durante os tratamentos culturais resultando em perda das propriedades físicas do solo o que aumenta a sua

compactação. Para a camada subsuperficial (20-40 cm), sob a planta verifica-se que as malhas 2 e 4 (sistema sequeiro) apresentaram valores próximo ao da região de tráfego isto provavelmente deve-se a grande variabilidade espacial que esta região apresenta, em virtude da falta de homogeneidade da abertura do sulco de plantio pelo sulcador. Já para as malhas 1 (irrigado/herbicida) e 3 (irrigado/grade) percebe-se os menores valores deste atributo em conseqüência da aplicação de lâminas d'água pela irrigação o que nas condições de sombreamento (sob a planta) promove alteração deste atributo resultando em perda da resistência do solo a penetração. De acordo com a tabela 2, na profundidade de 0-20 e 20 – 40 cm, para a maior parte dos valores de densidade, porosidade e resistência a penetração, optou-se pelo ajuste do semivariograma com efeito pepita puro (EPP). Este modelo indica uma tendência geral de independência espacial para distâncias maiores ou iguais a 4 m (distância amostrada no experimento). Neste caso, é possível inferir que toda variabilidade destes elementos foi ao acaso.

### Conclusão

Os valores dos atributos físicos analisados variaram em função da posição de amostragem, com destaque para as regiões de entre linhas de cultivo (meio da rua) e área compactada por máquinas (rodada) que apresentaram valores superiores de resistência à penetração e densidade aparente do solo. Quanto a variabilidade espacial conclui-se que o modelo que melhor se ajustou para a maioria dos valores dos atributos físicos estudados foi o Efeito Pepita Puro (EPP). Este modelo indica uma tendência geral de independência espacial para distâncias maiores ou iguais a 4 m (distância amostrada no experimento). Neste caso, é possível inferir que toda variabilidade destes elementos foi ao acaso.

### Referências

- (1) CARVALHO JUNIOR, I. A. DE. **Estimativas de parâmetros sedimentológicos para estudo de camadas compactadas e /ou adensadas em latossolo de textura média, sob diferentes usos**, 1995. 83f. Dissertação ( Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – UFV, Viçosa.
- (2) GONTIJO, I. **Avaliação de atributos Físicos em solo de cerrado sob cafeicultura em dois sistemas de manejo de plantas espontâneas, utilizando testes de hipóteses e geoestatística**. 2003. 83f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Uberlândia.

(3) EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

(4) STONE, L.; SILVEIRA, P. M. **Efeitos de sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, p.395-401, 2001.

