



Variabilidade espacial dos limites de consistência do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional no Recôncavo da Bahia⁽¹⁾.

Victor Ferreira Brandão⁽²⁾; Taiza Nogueira Barros⁽³⁾; Luciano da Silva Souza⁽⁴⁾; Devison Souza Peixoto⁽⁵⁾; José Fernandes de Melo Filho⁽⁶⁾; Fagner Taiano dos Santos Silva⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-graduação de Solos e Qualidade de Ecossistemas; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia; brandaovf@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudantes de mestrado; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁵⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;

RESUMO: Os solos agrícolas têm sofrido alterações na sua estrutura devida à compressão causada pelo tráfego de máquinas, principalmente quando se encontram com umidades acima do seu limite de plasticidade, sendo um fator determinante na variação da produtividade agrícola. Com o objetivo de avaliar a variabilidade espacial dos limites de consistência do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional no Recôncavo da Bahia estabeleceu-se um grid com 50 pontos para a retirada de amostras deformadas na camada 0,00-0,15 m, em disposição 2 x 2 m, resultando em uma malha com área total de 200 m², a fim de avaliar a variabilidade espacial do limite de liquidez e índice de plasticidade do solo. Os limites de consistência do solo apresentaram distintos comportamentos com relação à variabilidade espacial, sendo o limite de liquidez no sistema plantio direto o que apresentou maior variabilidade, apresentando alto coeficiente de variação e fraca dependência espacial. No plantio convencional os limites de consistência apresentaram forte dependência espacial e médio a alto coeficiente de variação.

Termos de indexação: geoestatística; índice de plasticidade; limite de liquidez.

INTRODUÇÃO

A consistência do solo está relacionada com as manifestações das forças físicas de coesão, que ocorre entre as partículas do solo, e de adesão, entre as partículas do solo e outros materiais, de acordo com a variação do conteúdo de água. É mais fácil perceber a consistência do que descrevê-la quantitativamente devido esta está relacionada com a força de atração entre partículas individuais, ou entre os agregados dessas partículas (Reichert et al., 2010).

Os solos agrícolas têm sofrido alterações na sua estrutura devida à compressão causada pelo tráfego

de máquinas, com cargas superiores àquelas que podem ser suportadas, principalmente quando se encontram com umidades acima do seu limite de plasticidade, sendo um fator determinante na variação da produtividade agrícola (Cardoso, 2007).

Para Dias Junior (1994), a quantidade de água é um fator que determina a quantidade de deformação que poderá ocorrer no solo. Em condição de solo seco, sua capacidade de suporte de carga é elevada, podendo ser suficiente para suportar as pressões aplicadas e a compactação do solo pode não ser significativa; entretanto, em condições de elevada umidade, o solo fica susceptível à compactação por causa de sua baixa capacidade de suporte de carga.

Quando perde parte de sua água, as partículas passam a deslizar umas sobre as outras e a água funciona como um lubrificante e o solo tornam-se plástico; e, quando mais seco, os grãos se aglutinam entre si, formando torrões e tornam-se quebradiços, definindo, assim, limites de umidade que modificam o comportamento do solo (Cardoso, 2007). As umidades correspondentes à mudança de estado de consistência do solo são definidas como: limite de contração (LC), limite de plasticidade (LP) e limite de liquidez (LL) (Atterberg, 1911).

O limite de liquidez é dependente da presença de apenas partículas finas. O limite de liquidez de uma mistura de argila e areia diminui com o decréscimo da percentagem de argila da mistura, embora o limite de liquidez por unidade de massa da argila permaneça praticamente constante (Reichert et al., 2010).

Silva (2002), afirma que, a partir dos limites de liquidez, contração e plasticidade identificam-se os estados ou regiões de consistência importantes para o tráfego agrícola ou preparo do solo, que são: região de friabilidade (RF), que representa a faixa de umidade entre o limite de contração e o limite de plasticidade; e a região de plasticidade (RP), que



representa a faixa de umidade entre o limite plástico e o limite de liquidez.

Os estudos voltados aos efeitos do tráfego de máquinas nos atributos do solo em sistemas de plantio direto ainda são escassos, existindo questionamentos sobre a variação dinâmica da estrutura do solo correlacionada ao uso de máquinas e implementos agrícolas.

De acordo com Dias Junior (1994), o sistema de plantio direto possui a capacidade de suportar níveis de pressões superiores aos de cultivo convencional, sendo considerado uma das vantagens do primeiro sistema de cultivo. Klein & Libardi (2001) observaram que o plantio direto afetou a consistência do solo, aumentando seu limite plástico e diminuindo seu limite de liquidez em comparação à mata nativa.

A geoestatística proporciona uma medida da precisão de estimativas, realizadas por meio de um processo de interpolação, a partir de dados amostrados, de modo a dar suporte a uma teoria de estimativas de valores em pontos não amostrados (Faraco, 2006). O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial dos limites de consistência do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional no Recôncavo da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas-BA, com coordenadas de 12°40'19" de Latitude Sul e 39°06'22" de Longitude Oeste de Greenwich, tendo em média 220 m de altitude. O clima local caracteriza-se por ser tropical quente e úmido com estação seca no verão. A pluviosidade média anual da região é de 1.224 mm, com a temperatura média anual de 22,45°C e a umidade relativa do ar de 80% (Almeida, 1999). O solo é classificado como um Latossolo Amarelo coeso argissólico (LAX) (Embrapa, 1999).

Foram avaliados dois sistemas de manejo, sendo um cultivo em sistema de plantio direto (PD) com cinco anos de implantação e preparo convencional (PC), ambos com o cultivo de mandioca.

Em cada área experimental foi instalado um grid com interseção de 50 pontos espaçados em 2 m (10 x 20 m = 200 m²) para coleta das amostras deformadas na profundidade de 0-0,15 m, totalizando 50 amostras.

As determinações do limite de liquidez do solo, mudança do estado plástico para o estado líquido, e do índice de plasticidade foram baseados no método descrito pela Embrapa (2011).

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva utilizando o programa STATISTIC, e análise geoestatística utilizado a ferramenta GS+ para elaboração dos

semivariogramas experimentais das variáveis estudadas, procurando observar o grau de dependência espacial das amostras nos diferentes atributos, finalizando com a aplicação da técnica de interpolação por krigagem e construção de mapas de isolinhas para os atributos avaliados nos diferentes sistemas de manejo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da estatística descritiva estão expostos na Tabela 1. As médias para o limite de liquidez e índice de plasticidade do solo no plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) foram similares, indicando que com relação a média o sistema de manejo não influenciou a consistência do solo. Os valores de média e mediana estão próximos, dando um indicativo de que os dados apresentam distribuição normal, porém, pelo teste de normalidade e coeficientes de assimetria e curtose observou-se que apenas o índice de plasticidade para o PD apresentou distribuição normal.

Com relação ao CV, o limite de liquidez no PD apresentou baixo coeficiente de variação, segundo o critério de Warrick e Nielson (1980), diferente do observado no PC que apresentou alta variabilidade. Com relação ao índice de plasticidade o PD e PC apresentaram, respectivamente, média e alta variabilidade. O grau de dependência espacial evidenciou que existe de fraca a média dependência para o limite de liquidez e índice de plasticidade, respectivamente, na área sob PD. A fraca dependência espacial para o limite de liquidez indica que esta variável neste sistema de manejo tem comportamento aleatório no espaço. No PC as duas variáveis apresentaram forte dependência espacial indicando que tais variáveis não são aleatórias no espaço. Segundo Cambardella et al. (1994) variáveis que apresentam forte grau de dependência espacial são mais influenciadas por propriedades intrínsecas do solo.

O alcance para o limite de liquidez para o PD e PC foi 12,51 e 29,05m, respectivamente e para o índice de plasticidade 22,82 e 1,72m, respectivamente. O alcance nos indica que amostras distanciadas acima desses valores são independentes espacialmente, ou seja, não existe autocorrelação entre elas.

Na Figura 1 observamos os mapas gerados por krigagem a partir dos modelos ajustados de semivariogramas experimentais. A partir dos modelos é possível realizar a krigagem dos dados amostrados e a partir deste estimar dados próximos que não foram amostrados, gerando uma malha interpolada como observamos na figura. Com os mapas é possível observar visivelmente as

diferenças espaciais dos atributos de consistência do solo nos dois sistemas de manejo avaliados.

No plantio direto, o atributo limite de liquidez se ajustou ao modelo linear de semivariograma, enquanto no preparo convencional este atributo se ajustou ao modelo exponencial. O índice de plasticidade se ajustou ao modelo exponencial nos dois sistemas de manejo. Resultados similares para o modelo de semivariogramas foram encontrados por Tavares et al. (2012).

A fim de analisar o grau da dependência espacial dos atributos físicos em estudo, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994), considerada dependência espacial forte em semivariogramas que têm efeito pepita a 25% do patamar, moderada quando está entre 25 e 75% e fraca se maior que 75%.

Podemos constatar pela estatística descritiva, os semivariogramas e os mapas interpolados que o limite de liquidez do solo no sistema plantio direto é o mais variável, evidenciado pelo alto coeficiente de variação, pela fraca dependência espacial e visivelmente na interpolação os dados estão muito irregulares no terreno.

Tabela 1 – Estatística descritiva e parâmetros da análise semivariográfica para Índice de Plasticidade (IP) e Limite de Liquidez (LL) em Latossolo Amarelo Coeso argiloso sob plantio direto e convencional com mandioca.

	Unid.	Plantio direto		Preparo convencional	
		LL	IP	LL	IP
Média	%	14,12	2,02	14,12	2,38
Mediana	%	14,67	1,91	13,89	2,07
Máximo	%	29,71	4,79	17,69	10,49
Mínimo	%	8,82	0,32	11,99	0,18
1º quartil	%	13,68	1,20	13,62	1,12
3º quartil	%	15,42	2,64	14,58	2,85
CV	%	125,31	52,94	6,51	77,31
Assimetria	-	2,49	0,56	1,22	2,43
Curtose	-	21,90	-0,16	3,83	8,00
P < W	-	0,000	0,157	0,001	0,000
Modelo	-	Linear	Exp.	Exp.	Exp.
C ₀	-	9,933	2,950	0,378	0,600
C ₀ + C ₁	-	11,399	7,623	2,270	3,777
a	m	12,51	22,82	29,05	1,72
GD	%	87,13	38,69	16,65	15,88
Classe	-	Franca	Mod.	Forte	Forte

LL = Limite de Liquidez; LP = Limite de Plasticidade; CV = Coeficiente de variação; P < W = Teste de normalidade de Shapiro & Wilk (5%). C₀ – efeito pepita; C₀ + C₁ – patamar; a – alcance; GD – grau de dependência espacial.

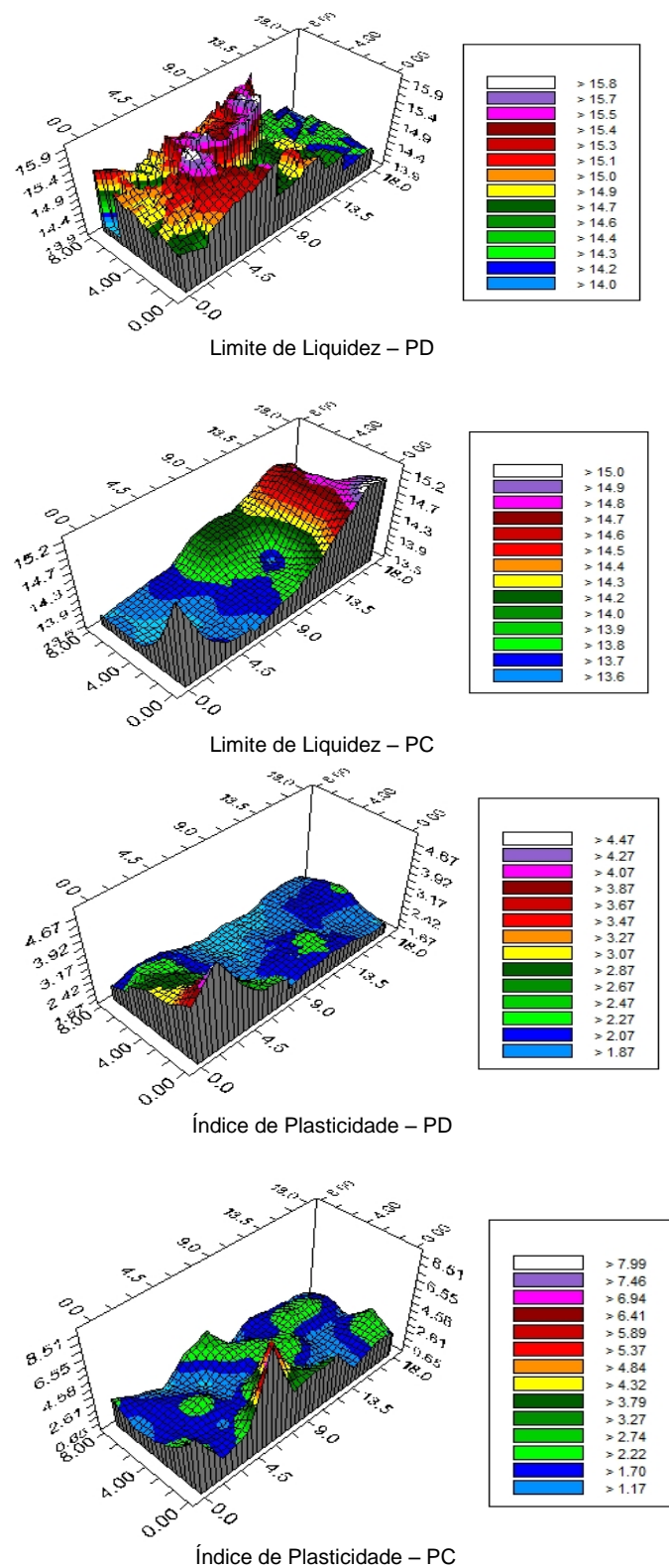


Figura 1. Mapas de Limite de Liquidez e Índice de Plasticidade em solo cultivado com mandioca sob plantio direto e convencional no Recôncavo da Bahia.



CONCLUSÕES

Os limites de consistência do solo apresentaram distintos comportamentos com relação à variabilidade espacial, sendo o limite de liquidez no sistema plantio direto o que apresentou maior variabilidade, apresentando alto coeficiente de variação e fraca dependência espacial.

No plantio convencional os limites de consistência apresentaram forte dependência espacial e médio a alto coeficiente de variação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. A. Informações meteorológicas do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 1999. 35p.
- ATTERBERG, A. Uber die physikalische bodenuntersuchung und uber die plastizitat der tone, Inst. Mitt for Bodenkunde, 1911.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F. & KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Science Society American Journal, 58:1501-1511, 1994.
- CARDOSO, V. M. F. Capacidade de suporte de carga como indicador da qualidade estrutural de solos agrícolas em áreas irrigadas (Dissertação). Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2007.
- DIAS JUNIOR, M. S. Compression of three soils under longterm tillage and wheel traffic (Tese). East Lansing: Michigan State University, 1994.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. rev. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2011. 230p.
- FARACO, M. A. Qualidade do ajuste de modelos geoestatísticos utilizados na agricultura de precisão (Dissertação). Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2006.
- KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Consistência de um Latossolo Roxo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal, 1:54-58, 2001.
- REICHERT, J.M.; REICHERT, D.J.; SUZUKI, L.E.A.S.; HORN, R. Mecânica do solo. In: JONG van LIER, Q., ed. Física do solo. Viçosa / MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2010. p.30-57.
- SILVA, R. B. da Compressibilidade e resistência ao cisalhamento de um latossolo sob diferentes intensidades de uso na região dos cerrados (Tese). Lavras: Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- TAVARES, U. E.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MAGALHÃES, A. G.; BARRETO, M. T. L. Variabilidade espacial de atributos físicos e mecânicos de um Argissolo sob cultivo de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental, 16:1206-1214, 2012.
- WARRICK, A. W. & NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. Application of soil physics. New York, Academic Press, 1980. p.319-344.