



## **CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DA POROSIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE CULTIVO AGROFLORESTAL ORGÂNICO DE CAFÉ<sup>1</sup>**

Raquel Cardoso de Almeida da Hora<sup>2</sup>, José Fernandes de Melo Filho<sup>3</sup>, Maria Magali Mota dos Santos<sup>4</sup>, Ludmila Gomes Ferreira<sup>5</sup>, Ana Carolina Rabêlo Nonato<sup>5</sup>

**RESUMO:** A alta demanda por alimentos acarreta no uso intensivo das áreas de produção agrícola, que, juntamente com o manejo inadequado causam a degradação dos solos. Nesse contexto é crescente a procura pela utilização de sistemas mais sustentáveis, que possam reduzir os danos, dessa forma, surge o sistema produção orgânico que promove a conservação dos recursos naturais e garante a sustentabilidade econômica e ambiental. Este estudo teve por objetivo caracterizar estatisticamente e definir o número de amostras para avaliação das porosidades de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO de textura arenosa. O estudo foi realizado em uma área cultivada há dez anos em sistema agroflorestal orgânico de café. As amostras indeformadas foram coletadas na profundidade de 0 – 0,15 m, cujos pontos foram alocados em um transecto com trinta metros de comprimento. Houve a determinação da porosidade total, microporosidade e macroporosidade. O conjunto de dados foi descrito estatisticamente avaliando-se as medidas de posição, de dispersão e de distribuição. Os resultados explicitaram que a presença de valores extremos perturbam tais medidas, assim como o número de amostras foi inversamente relacionado com o coeficiente de variação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo, conservação, produção orgânica.

## **STATISTICAL CHARACTERIZATION OF SOIL POROSITY IN ORGANIC AGROFLORESTAL CULTURE SYSTEM OF CAFÉ/COFFEE**

**ABSTRACT:** The high demand for food leads to the intensive use of agricultural production areas, which, together with inadequate management causing soil degradation. In this context, there is a growing demand for the use of more sustainable systems that can reduce damages. In this way, the organic production system emerges that promote the conservation of natural resources and guarantee economic and environmental sustainability. The objective of this study was to characterize and to determine the number of samples for the evaluation of the porosity of ARGISSOLO YELLOW RED of sandy texture. The study was carried out in an area under organic agroforestry for ten years. The undisturbed samples were collected at depth of 0 - 0.15 m, whose points were allocated in a transect with thirty meters in length. Total porosity, microporosity and macroporosity were determined. The data set was statistically described by evaluating position, dispersion and distribution measurements. The results explain that the presence of extreme values disrupt such measures, just as the number of samples was inversely related to the coefficient of variation.

**KEY WORDS:** Management, conservation, organic production.

<sup>1</sup> Trabalho executado com recurso da UFRB

<sup>2</sup> Estudante de Mestrado, Departamento de ciência do Solo, UFC, Fortaleza, CE, CEP 60355-901, Fortaleza, CE. Fone (75) 991926937, e-mail: rakeldahora@hotmail.com;

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Departamento de ciência do Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA;

<sup>4</sup> Estudante de Mestrado; Departamento de Engenharia Agrícola, UFRB, Cruz das Almas, BA;

<sup>5</sup> Estudante de Mestrado; Departamento de Ciência do Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA



## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo também o segundo maior consumidor do produto, exercendo grande importância para milhões de pessoas em diversos estados do País. Devido essa alta demanda, o seu cultivo ganha cada vez mais expansão nas mais diversas condições ecológicas e de sistemas de manejo que podem influenciar de maneiras positivas ou negativas com relação na produtividade e qualidade do produto. Nesse contexto é crescente a procura pela utilização de sistemas mais sustentáveis, que possam reduzir o uso de máquinas, insumos sintéticos e agrotóxicos, surgindo a utilização da agricultura orgânica como uma importante alternativa para um melhor sistema de manejo, proporcionando a produção de alimentos mais saudáveis, diminuindo assim a utilização de sistemas convencionais de produção cafeeira, os quais apresentam efeitos negativos para a qualidade e conservação do solo e sustentabilidade da cultura.

Considerando-se a hipótese de que os sistemas de cultivo orgânico melhoram a qualidade física do solo, objetivou-se, neste trabalho, caracterizar estatisticamente e definir o número de amostras para avaliação da microporosidade, macroporosidade e porosidade total de um ARGISSOLO AMARELO de textura arenosa média sob cultivo agroflorestal orgânico de café.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área cultivada há dez anos em sistema agroflorestal orgânico de café, na fazenda Bocaiúva, certificada para a produção de orgânicos, localizada no distrito de Humildes no município de Feira de Santana - BA, nas coordenadas geográficas de 12° 15' 24" S e 37° 57' 53" W, com altitude média de 230 m, precipitação média anual de 848 mm e temperatura média anual de 24°C.

As amostras, do tipo indeformada, foram coletadas no ponto médio da profundidade de 0 – 0,15 m, em cilindros volumétricos, cujos pontos de amostragem, espaçados de 1 metro, foram alocados em um transecto com trinta metros de comprimento. No local também se realizou a abertura de uma trincheira, conforme Lemos et al. (2005) para caracterização do solo, o qual foi descrito como ARGISSOLO AMARELO de textura arenosa/média. Foram avaliadas as seguintes variáveis/métodos:

Porosidade total: Utilizou-se a metodologia proposta pela Donagema, (2014), para determinar o volume de poros totais do solo ocupado por água e/ou ar. Sendo a equação:

$$PT = 100 \times \frac{a-b}{a} \quad (1)$$



em que: PT – Porosidade Total; a – densidade real; b – densidade aparente.

Microporosidade (MP): Foi determinada em amostras com estrutura não deformada, previamente saturadas durante 24 horas, e posteriormente submetidas a tensão de 60 cm de altura de coluna de água, sendo a macroporosidade obtida pela diferença entre porosidade total e a microporosidade. Após pesagem, antes e depois de ir à estufa a 105 °C obteve-se o volume de macro e microporos contidos na amostra (Donagema, 2014).

$$MP = a - b \times c \quad (2)$$

em que: a – peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna de água; b – peso da amostra seca a 105 °C (g); c – volume do cilindro.

Macroporosidade: Foi obtida através da subtração dos valores da porosidade total e da microporosidade

A análise estatística exploratória do conjunto de dados foi realizada determinando-se: as medidas de posição e as de dispersão. A verificação da normalidade da distribuição foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk (W). Os valores do coeficiente de variação foram classificados de acordo com Warrick & Nielsen (1980), os quais sugerem as seguintes classes: baixa ( $CV < 12\%$ ); média ( $12\% < CV < 60\%$ ) e alta ( $CV > 60\%$ ).

A presença de valores extremos foi identificada de acordo com a metodologia proposta por Libardi et al. (1996), segundo a qual o limite crítico para os valores extremos é definido a partir da dispersão interquartil (DQ), sendo o limite superior definido por  $(Q3 + (1,5 \times DQ))$  e o inferior por  $(Q1 - (1,5 \times DQ))$ , em que Q1 e Q3 são o primeiro e o terceiro quartil, respectivamente. Depois da identificação dos valores extremos procedeu-se eliminação e realizou-se novamente a análise estatística exploratória dos dados, para confirmar se a observação discrepante realmente alterava, em algum sentido, o padrão de comportamento dos dados.

Para determinar o número mínimo de amostras, foi utilizado o modelo matemático descrito por Souza (1992) e Santos & Vasconcelos (1987),

$$N = \left( \frac{t_{\alpha} \times CV}{D} \right)^2 \quad (3)$$

em que: N - número mínimo de amostras;  $t_{\alpha}$  - valor tabelado do teste t de Student para o nível de probabilidade de 95%; CV - coeficiente de variação; D - porcentagem de variação em torno da média (5; 10; 20 e 30%).



### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando-se a Tabela 1 verificou-se que as medidas de posição, média, mediana e moda correspondente à porosidade total, foram iguais, indicando a possibilidade de distribuição normal, condição não confirmada pelos valores de assimetria e curtose, os quais foram muito diferentes de zero. Verificou-se o quanto a distribuição dos dados naturais está distante da normalidade, a qual também foi negada pelo teste de Shapiro Wilk. Tal situação decorre da presença de valores extremos, em cujo conjunto de dados foi identificado apenas um valor, o qual perturbou sensivelmente as medidas estatísticas e a distribuição da porosidade total.

**Tabela 1.** Síntese da estatística descritiva para porosidade

|       | Média                                               | Mediana | Moda     | Mínimo | Máximo | 1º<br>Quartil | 3º<br>Quartil | Assimétria | Curtose | CV    | P < W   |
|-------|-----------------------------------------------------|---------|----------|--------|--------|---------------|---------------|------------|---------|-------|---------|
|       | m³ m⁻³                                              |         |          |        |        |               |               |            |         | %     |         |
|       | Medidas com valores naturais                        |         |          |        |        |               |               |            |         |       |         |
| PT    | 0,37                                                | 0,37    | 0,37     | 0,33   | 0,57   | 0,36          | 0,38          | 4,39       | 22,15   | 10,60 | 0,00005 |
| MICRO | 0,09                                                | 0,08    | 0,08     | 0,02   | 0,22   | 0,07          | 0,1           | 1,83       | 3,38    | 40,26 | 0,00000 |
| MACRO | 0,28                                                | 0,28    | Multiplo | 0,12   | 0,52   | 0,27          | 0,29          | 1,46       | 10,17   | 20,70 | 0,00000 |
|       | Medidas com retirada dos valores extremos           |         |          |        |        |               |               |            |         |       |         |
| PT    | 0,37                                                | 0,36    | 0,37     | 0,33   | 1,75   | 1,65          | 1,69          | -0,12      | 0,05    | 3,90  | 0,665   |
| MICRO | 0,08                                                | 0,08    | 0,08     | 0,05   | 0,12   | 0,07          | 0,08          | 0,97       | 2,48    | 16,29 | 0,069   |
| MACRO | 0,28                                                | 0,28    | Multiplo | 0,24   | 0,32   | 0,27          | 0,29          | -0,29      | 0,67    | 5,99  | 0,228   |
|       | P < W = Teste de normalidade de Shapiro & Wilk (5%) |         |          |        |        |               |               |            |         |       |         |

P < W = Teste de normalidade de Shapiro & Wilk (5%)

Depois da retirada dos valores extremos observou-se significativa mudança na descrição estatística dos dados, especialmente nos coeficientes de assimetria e curtose, que passaram a ser muito próximos de zero, e na dispersão dos dados, com acentuada redução do coeficiente de variação (Tabela 2).





**Tabela 2.** Número de amostras necessárias para representar o valor médio de atributos de qualidade física.

| Atributos                                 | Variação em torno da média |     |     |     |
|-------------------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|
|                                           | 5%                         | 10% | 20% | 30% |
| <b>Dados naturais</b>                     |                            |     |     |     |
| <b>Porosidade Total (m3 m-3)</b>          | 13                         | 4   | 1   | 1   |
| <b>Microporosidade (m3 m-3)</b>           | 187                        | 47  | 12  | 6   |
| <b>Macroporosidade (m3 m-3)</b>           | 50                         | 13  | 3   | 2   |
| <b>Após retirada dos valores extremos</b> |                            |     |     |     |
| <b>Porosidade Total (m3 m-3)</b>          | 1                          | 1   | 1   | 1   |
| <b>Microporosiidade (m3 m-3)</b>          | 31                         | 8   | 2   | 1   |
| <b>Macroporosidade (m3 m-3)</b>           | 5                          | 1   | 1   | 1   |

Da mesma forma verificaram-se mudanças para melhor no resultado do teste de Shapiro Wilk, cujo valor confirmou que a distribuição passou a ser normal. Embora com valores nominais diferentes, observou-se que a microporosidade apresentou comportamento semelhante àqueles encontrados para a porosidade total, destacando-se no contexto geral o efeito perturbador da presença dos cinco valores extremos encontrados no coeficiente de variação e padrão de distribuição aferido pelo teste de Shapiro Wilck, os quais passaram por modificação quando os valores extremos foram eliminados do conjunto de dados. Esses efeitos também foram observados para a macroporosidade, cujo conjunto de dados foram encontrados quatro valores extremos, com os mesmos efeitos verificados nas duas outras classes de poros, tanto nos dados estatísticos (Tabela 1) quando no teste não paramétrico de Shapiro Wilk.

## CONCLUSÕES

A presença de valores extremos alterou as medidas de posição, dispersão e especialmente a distribuição da porosidade total, macro e microporosidade do solo.

A porosidade total, macro e micro apresentaram baixo coeficiente de variação, apresentaram distribuição normal.

O número de amostras foi inversamente relacionado com o coeficiente de variação, porém o método de estimativa utilizado subestimou o tamanho amostral para porosidade total, macro e micro, atributos de baixa variação.



## REFERÊNCIAS

DONAGEMA, G. K.; DE CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solo**: Embrapa Solos/Documentos (INFOTECA-E), 2014.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D.; KER, J.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/SNLCS, 2005. 91p.

LIBARDI, P.L.; MANFRON, P.A.; MORAES, S.O.; TUON, R.L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20:1-12, 1996.

SANTOS, H. L.; VASCONCELOS, C. A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 97-100, 1987.

SOUZA, L. S. Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo. 1992. 162 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1992.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. **Applications of soil physics**. New York, Academic Press, 1980. 350p.