

Micromorfologia aplicada a morfometria de agregados⁽¹⁾

Eliane de Paula Clemente⁽²⁾; Fábio Soares de Oliveira⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Cnpq

⁽²⁾ Função ou ocupação (pesquisa); Instituição (Embrapa Solos); Rio de Janeiro, RJ; eliane.clemente@embrapa.br

⁽³⁾ Função ou ocupação (Professor); Instituição (Universidade Federal de Minas Gerais); Belo Horizonte, MG; fabiosolos@gmail.com

RESUMO: A morfometria geralmente é utilizada para análise grãos em pedologia, no entanto este trabalho teve como objetivo utilizar a técnica da micromorfologia para estudo de morfometria de agregados dos solos para que possa servir como subsídio a caracterização da estrutura do solo em escala micro. Foi realizada análise de 8 lâminas correspondente a diferentes classes de solos. Foram calculadas a porosidade e atributos morfométricos, como: área, perímetro, arredondamento, maior eixo e menor eixo utilizando o software Quantiporo. Com auxílio do Microsoft® Office Excel complementou-se os atributos alongamento e compacidade dos agregados. Em geral, os resultados de porosidade concordam com classe textural e estrutura de cada perfil, encontrando-se maior porosidade em solos mais argilosos e siltosos do que nos arenosos; isso devido a quantidade de microporos nesses solos. Encontraram-se maiores semelhanças dos atributos de solos nas classes de tamanho de agregados do que em relação as diferentes classes de solos. Mesmo sendo analisada uma parte muito pequena de solo para representar uma classe de solo, os resultados mostraram coerência, visto que, houve uma similaridade entre os perfis de mesma classe e também aqueles representando uma mesma profundidade (0-10 cm).

Termos de indexação: solos vulcânicos, porosidade do solo, quantiporo.

INTRODUÇÃO

A micropedologia (Kubiëna, 1938) até pouco tempo foi uma ciência essencialmente descritiva. Com o avanço de programas de computadores já se encontram alguns trabalhos não só de descrição micromorfológica, mas de quantificação de atributos de solos, como porosidade, área de poros e agregados, forma de poros, entre outros, caracterizando a morfologia dos solos. A morfologia compreende o estudo da forma (esfericidade) e arredondamento das partículas. Um dos mais comuns sistemas de classificação geológica de forma é a escala de arredondamento de Powers (1953) para formas de partículas sedimentares.

Usando como referência os trabalhos de Russel & Taylor (1937) e Pettijohn (1949), Powers (1953) introduziu uma nova escala para partículas sedimentares. Apesar das classificações de Russel & Taylor (1937) e Pettijohn (1949), Powers (1953) se referirem a partículas sedimentares; neste trabalho se utiliza para definir agregados de solos em micromorfologia com o objetivo de identificar formas de agregados que possa servir como subsídio a caracterização da estrutura do solo em escala micro e verificar se essa técnica pode auxiliar na distinção de classes de solos.

MATERIAL E MÉTODOS

Lâminas micromorfológicas referentes às classes de solos, Neossolo Regolítico (P1), Neossolo Litólico (P3), Nitossolo Vermelho (P4), Neossolo Regolítico (P5) e Cambissolo Háplico (P7) num total de 8 lâminas. Estas foram digitalizadas num scanner HP Scanjet 8200, obtendo 3 imagens por lâmina a fim de se conseguir maiores detalhes de cada amostra, na resolução de 1200 dpi. Para o processamento das imagens foi utilizado o programa Adobe® Photoshop® CS. Com as imagens processadas, a análise foi feita no programa Quantiporo (Fernandes Filho & Viana, 2001) para a geração da porosidade do solo e atributos morfométricos (área, perímetro, arredondamento, maior eixo e menor eixo). Com o auxílio do processador de planilhas Microsoft® Office Excel complementou-se os atributos alongamento e compacidade, geradas nas tabelas do Quantiporo. Esses atributos foram definidos por Wilcox et al. (1997).

Os atributos morfométricos foram assim definidos:

- Área: é o número de pixels do polígono. Se a imagem for calibrada, então a área será computada na unidade de calibração; caso contrário será em pixels.
- Perímetro: é o comprimento do lado externo do objeto. É uma medida fortemente influenciada pela resolução utilizada nos processos de digitalização.
- Arredondamento: seu resultado situa-se entre 0 e 1. Quanto maior o valor, mais arredondado é o objeto. Se o valor é 1, o objeto é um círculo perfeito.
- Alongamento: é o quociente entre o menor eixo e o maior eixo. O resultado é um valor entre 0 e 1. Se o

valor for igual a 1, o objeto é aproximadamente circular ou quadrado. À medida que o valor do alongamento afasta-se de 1 o objeto torna-se mais alongado.

- **Compacidade:** fornece a medida da circularidade do objeto. Seu valor situa-se entre 0 e 1. Se o valor for igual a 1, o objeto é aproximadamente circular. À medida que o valor afasta-se de 1, o objeto torna-se menos circular.

Os atributos arredondamento, alongamento e compacidade foram determinados por média ponderada, com base na estimativa do número de agregados existentes em cada classe de agregados. E feito o Coeficiente de Correlação simples de Pearson para características avaliadas nos agregados, submetendo ao teste T.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens manipuladas no programa Quantiporo passaram por vários testes de cores para que todos os detalhes pudessem ser permanecidos quando esta foi transformada em imagem binária (**Figura 1**). Passou-se um filtro mediana e a imagem processada, adquirindo assim os resultados de porosidade.

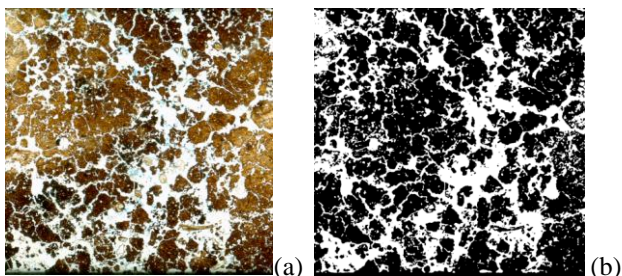


Figura 1 – Imagem com 1200 dpi (a) e transformada em imagem binária (b)

Para a classificação dos atributos, área, perímetro, maior eixo, menor eixo e arredondamento, para posteriormente calcular alongamento e compacidade, que gera a forma do agregado, foi necessário manipular a imagem binária, transformando o que era preto em branco para que o programa reconhecesse os agregados como objeto e assim determinar os valores dos atributos.

Os resultados de porosidade (**Figura 2**) concordam com classe textural e estrutura de cada perfil, encontrando-se maior porosidade em solos mais argilosos e siltosos do que nos arenosos, com exceção do Cambissolo Háplico (P7) que apresenta textura argilosa, mais teve baixa porosidade. Isso é

devido a sua estrutura ser mais maciça, com agregados em blocos que se desfaz em pequeno granular, mostrando uma maior microporosidade entre os agregados e alguns canais de raízes. Todo solo argiloso tem grande microporosidade, contudo, pode assumir também grande macroporosidade dada pela agregação, e os resultados podem ser influenciados pela maior ou menor proporção dos agregados. Também se mostrou contrário, o Neossolo Regolítico (P5), que apesar de ter textura franco e franco-arenosa nos horizontes superficiais foi a amostra que apresentou maior porosidade. Isso se deve ao fato das texturas arenosas possuírem maior macroporosidade, além da estrutura ser em blocos bem individualizados e pedrs bem desenvolvidos, o que permite uma porosidade mais uniforme.

A técnica de quantificação da porosidade pela análise micromorfológica não é eficaz na quantificação da microporosidade, pois os pixels são muito pequenos para serem computados.

Por isso, para a quantificação da porosidade total a técnica pode não ser adequada, pois leva em consideração quase só a macroporosidade do solo. Quando se trabalha com uma escala muito pequena quanto nessa técnica é possível que a computação de um poro de maior dimensão (como canais de insetos ou raízes) modifique todo o resultado. Mas é eficiente quando se trata de uma análise mais qualitativa, como forma de poros, que é de grande importância na retenção de umidade, movimento de água relacionada à erosão, manejo do solo, entre outros fatores.

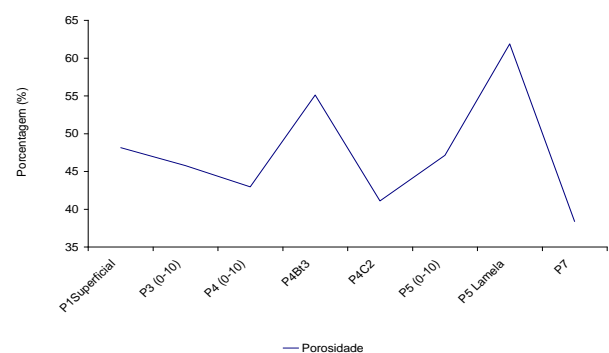


Figura 2. Distribuição da porosidade total nas oito amostras analisadas

Numa escala micro, a determinação da forma dos agregados foi realizada com base nos atributos arredondamento, alongamento e compacidade gerados pelo programa Quantiporo (**Figura 3**). Agregados com área menor que 100 pixels foram anulados devidos os seus valores não serem confiáveis e agregados que apresentaram

áreas muito grandes foram também excluídos por superestimarem a média na maior classe de diâmetro e por não representar um só agregado, mas uma junção de agregados menores, mas que não apresentava planos de fraqueza visíveis.

Para uma melhor compreensão dos resultados, os agregados foram separados em classes, de acordo com o tamanho da área do agregado (cm^2), e feita a média dos valores dos atributos em cada classe.

- Classe 1- < 0,001
- Classe 2- 0,001 – 0,01
- Classe 3- 0,01 – 0,1
- Classe 4– 0,1 – 1,0
- Classe 5- > 1,0

Em relação ao número de agregados, os solos que tiveram maior representatividade foram os Neossolos Regolíticos P1 (superficial) seguido de P5 (0-10), em todas as classes de tamanho de agregados. Neossolo Litólico e Nitossolo, ambos superficiais, P3 (0-10) e P4 (0-10) tiveram comportamento semelhante com maior número de agregados na classe 4, e os demais, Nitossolo - P4 (Bt), P4 (C2), Neossolo Regolítico - P5 (lamela) e Cambissolo Háplico (P7) apresentaram menor número de agregados em todas as classes. De uma forma geral, a classe de agregados que apresentou maior número de agregados foi a classe 4 (0,1-1,0).

Para o arredondamento houve uma similaridade quanto se compara as classes de tamanho de agregados, independente da classe de solo, exceto para a classe 5 (>1,0) que apresentou baixos valores para arredondamento.

Os atributos Alongamento e Compacidade apresentaram comportamento muito semelhante, com valores em torno de 0,6 a 0,8 com poucas exceções 0,9, para todas as classes de tamanho de agregados em todas as amostras. O Alongamento quando não apresentou valores idênticos a Compacidade, diferiu com valores superiores na ordem de 0,1.

Na análise da correlação entre os atributos arredondamento, alongamento e compacidade, considerando todos os perfis e classes de tamanho de agregados ($n=40$), verificou-se uma correlação direta entre os atributos; apenas quando se correlacionou a área com o arredondamento a correlação foi inversa e significativa a 0,1% de probabilidade pelo teste t, neste caso, quanto maior a área dos agregados, menor foi o arredondamento dos mesmos.

Avaliando-se separadamente cada classe de agregado a compacidade teve uma correlação inversa com a área nas classes 2 e 3 conferindo uma maior circularidade dos agregados quanto

menor é o agregado, no entanto não foi significativo pelo teste t. Na classe 5, a correlação foi inversa com o arredondamento, mostrando que quanto maior a circularidade dos agregados nesta classe, menor é o arredondamento consequentemente maior a rugosidade, com 0,5% de significância pelo teste t. Para o atributo alongamento, houve uma correlação inversa com o arredondamento nas classes 1 e 5, os agregados quanto mais alongados menos arredondados, mais rugosos, não sendo significativo pelo teste t. Em todas as classes de tamanho de agregados o arredondamento teve uma correlação inversa com a área, isso mostra que os agregados maiores são menos arredondados. Este fato pode ser explicado pela análise dos objetos no programa Quantiporo, pois os objetos maiores possuem maior perímetro e este vai conferir na maioria das vezes maior rugosidade do objeto, sendo assim, um menor arredondamento.

CONCLUSÕES

Para a quantificação de atributos de solos, a técnica da micromorfologia pode gerar uma extrapolação que às vezes não representa a realidade.

Só é possível ser calculada a macroporosidade, pois o programa Quantiporo não consegue definir com precisão as áreas menores que 100 pixels. Encontraram-se maiores semelhanças dos atributos de solos nas classes de tamanho de agregados do que em relação as diferentes classes de solos.

Mesmo sendo analisada uma parte muito pequena de solo para representar uma classe de solo, os resultados mostraram coerência, visto que, houve uma similaridade entre os perfis de mesma classe e também aqueles representando uma mesma profundidade (0-10 cm).

REFERÊNCIAS

- FERNANDES FILHO, E.I.; VIANA, J.H.M. QUANTIPORO: um novo programa para tratamento e quantificação de imagens digitais para aplicações em ciência do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28. Londrina, 2001. Resumos. Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2001. p.224.
- PETTIJOHN, F. J. Sedimentary rocks. New York: Harper & Row, 1949. 526p.
- POWERS, M.C. A new roundness scale for sedimentary particles. J. Sediment. Petrol., 23:117-119, 1953.
- RUSSEL, R.D.; TAYLOR, R.E. Roundness and shape of Mississippi river sands. J. Geol., 45:225-267, 1937.
- WILCOX, C.D.; DOVE, S.B; McDAVID, W.D.; GREER, D.B. UTHSCSA Image Tool: help on-line. San Antonio, Texas, Universidade de San Antonio, 1997. não paginado.

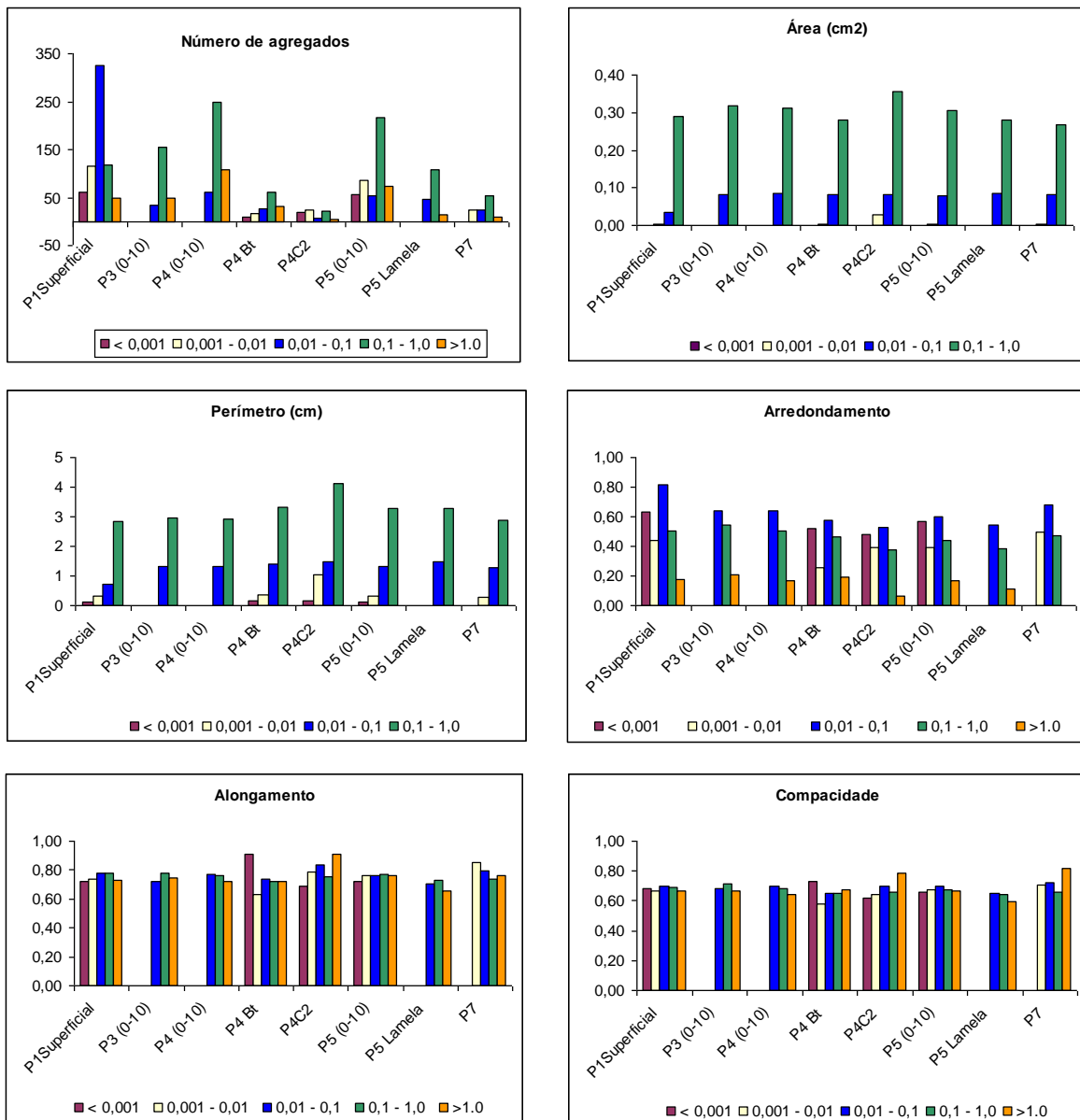


Figura 3. Gráficos representando os atributos dos solos e número de agregados em cada classe de tamanho de agregados em todos os perfis estudados