

PROMOÇÃO
**Sociedade Brasileira de
Ciência do Solo**

REALIZAÇÃO
**Universidade Federal
do Ceará**

CNPq

CAFEA

FAPESP

UNICAMP

GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ

Ertilupia
Aprendizagem Teórica

UNICAMP

UNICAMP

agrisus

**Banco do
Nordeste**

CONFEA **CREA-CE**

VARA

FUNCEME

IPNI
PLANT NUTRITION
MANAGEMENT

Ministério da
Ciência e Tecnologia

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

ORGANIZAÇÃO
WONE

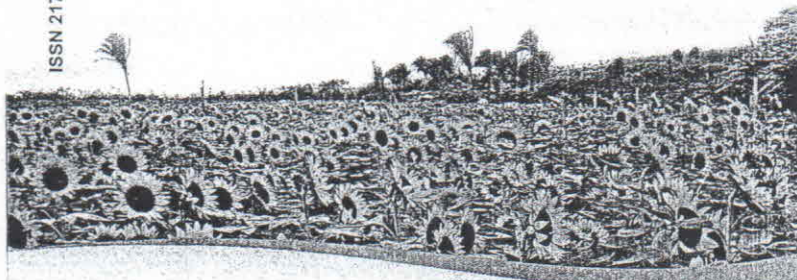
AGÊNCIA OFICIAL
WONE

XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO



O SOLO E A PRODUÇÃO
DE BIOENERGIA:
PERSPECTIVAS E DESAFIOS
2 a 7 de agosto de 2009
Fortaleza-CE

ISSN 2175-313X



Promoção:



**Sociedade Brasileira de
Ciência do Solo**

Realização:



**Universidade Federal
do Ceará**



Otimização de Parâmetros para Aquisição de Imagens Tomográficas de Amostras de Solo

PAULO RENATO ORLANDI LASSO⁽¹⁾, CARLOS MANOEL PEDRO VAZ⁽²⁾ & OSNY OLIVEIRA SANTOS BACCHI⁽³⁾

RESUMO – A tomografia computadorizada tem se mostrado uma poderosa ferramenta para análise não destrutiva do solo, permitindo a visualização de sua estrutura interna (organização dos agregados, poros, canais, presença de raízes, sementes, insetos, etc.). Além disso, permite a medida de atributos físicos do solo como a densidade, umidade e porosidade. Neste trabalho é mostrado um estudo sobre os efeitos dos diversos parâmetros que devem ser ajustados no equipamento para a aquisição das imagens tomográficas de solo, sobre o tempo necessário à cada aquisição bem como sobre a qualidade das imagens obtidas. Adotaram-se como indicadores de qualidade a clareza visual das imagens e a definição dos picos do histograma de coeficientes de atenuação. A partir dos resultados, é possível concluir que qualidades melhores são obtidas em aquisições com rotações de 360°, com a utilização de filtros de alumínio ou alumínio + cobre e que a qualidade melhora com o aumento do número de quadros (*frames*) utilizados para média até o limite de 15 quadros. Entretanto, concluiu-se também que medidas para melhorar a qualidade das imagens acarretam, em geral, maiores tempos de duração das aquisições.

Palavras-Chave: (solos; imagens; tomografia, raios X)

Introdução

A tomografia computadorizada de raios-X é uma técnica que permite a visualização de seções transversais e a medida de parâmetros morfológicos do interior de materiais sem destruí-los. É também uma técnica de caracterização e medida de atributos físicos de amostras de diferentes materiais. O princípio de funcionamento do microtomógrafo de raios-X baseia-se na propriedade dos materiais absorverem esta radiação de forma diferenciada dependendo de sua composição química e densidade.

A tomografia computadorizada de raios-X foi primeiramente introduzida na área de diagnóstico médico onde foi bastante difundida, causando grande impacto na qualidade dos diagnósticos chegando ao

ponto de seus idealizadores serem agraciados com o Prêmio Nobel de Medicina em 1979.

Particularmente na área de ciência do solo, houve grande avanço na utilização da tomografia computadorizada para o estudo de processos de infiltração de água no solo e de medida de outros atributos físicos como a densidade, umidade e porosidade. Esses trabalhos foram pioneiramente desenvolvidos na década de 80 por Petrovic et al. (1982) [1], Hainsworth e Aylmore (1983) [2] e Crestana et al. (1986) [3].

A qualidade das imagens tomográficas depende do adequado ajuste dos parâmetros de aquisição do equipamento como: o ângulo de rotação da amostra, o filtro selecionado para ajustar a banda de energias dos raios X e o número de quadros (*frames*) utilizados no processo de média a fim de melhorar a relação sinal / ruído das imagens.

Por outro lado, o tempo de aquisição das imagens é também afetado pelo conjunto de parâmetros selecionados. Este tempo é um fator importante, pois tem impacto direto na vida útil do tubo de raios X que é o componente mais caro do sistema.

Neste trabalho é realizado um estudo sobre os efeitos dos parâmetros: ângulo de rotação da amostra, filtro selecionado e o número de quadros (*frames*) utilizados sobre a qualidade das imagens obtidas e sobre o tempo de aquisição das imagens, buscando verificar os compromissos existentes entre eles visando sua otimização.

Material e Métodos

As imagens tomográficas foram obtidas com o Microtomógrafo de Raios X modelo 1172 de fabricação da SkyScan instalado no Laboratório de Técnicas Nucleares da Embrapa Instrumentação Agropecuária na cidade de São Carlos – SP, seguindo as orientações de SkyScan (2005)[4] e Lasso et al. (2008) [5].

Como amostra foi utilizado um torrão de Nitossolo Vermelho eutroférico em forma cilíndrica com aproximadamente 2cm de diâmetro e 3cm de altura mostrado na Figura 1, já no suporte de amostras do microtomógrafo.

A tensão e corrente de trabalho do tubo de raios X são respectivamente 100kV e 100µA. Foram obtidas imagens com resolução de 8µm variando-se os seguintes parâmetros: 1) Ângulo de rotação (180° e 360°), 2) Filtro

⁽¹⁾ Doutorando do Departamento de Física do Solo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Av. Centenário, 303, Campus da ESALQ, Piracicaba, SP, CEP 13400-970. E-mail: lasso@cnpdia.embrapa.br

⁽²⁾ Pesquisador Doutor da Embrapa Instrumentação Agropecuária, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. R. XV de Novembro, 1452, São Carlos, SP, CEP 13561-206.

⁽³⁾ Professor Doutor MS III do Departamento de Física do Solo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Av. Centenário, 303, Campus da ESALQ, Piracicaba, SP, CEP 13400-970. Apoio financeiro: FINEP e EMBRAPA.

(sem filtro, filtro de alumínio e filtro de alumínio + cobre) e 3) Número de quadros (*frames*) para o processo de média (5, 10, 15 e 20 quadros).

Adotaram-se como indicadores de qualidade, a clareza visual das imagens e a definição dos picos no histograma de coeficientes de atenuação obtidos para cada imagem. Cada pico deste histograma está relacionado a um determinado tipo de material da amostra; assim, quanto mais definidos e separados são estes picos, melhor é a definição da imagem quanto aos diferentes materiais existentes na amostra.

Resultados

Os tempos de duração das aquisições em função de cada parâmetro selecionado são mostrados na Tabela 1.

As imagens tomográficas e histogramas de coeficientes de atenuação obtidos com ângulos de rotação da amostra de 180° e 360° são mostrados na Figura 2.

As imagens tomográficas e histogramas de coeficientes de atenuação das seções transversais de número 62, 559 e 730 obtidas com os modos: sem filtro, filtro de alumínio e filtro de alumínio + cobre são mostradas na Figura 3.

As imagens tomográficas e histogramas de coeficientes de atenuação obtidos com 5, 10 15 e 20 quadros, bem como os gráficos da média dos coeficientes de atenuação e do seu desvio padrão em função do número de quadros são mostrados na Figura 4.

Discussão

Na Figura 2 observa-se que a utilização do ângulo de rotação de 360° melhorou a definição da imagem e aumentou a separação entre os picos dos histogramas de coeficientes de atenuação, definindo-os melhor em relação ao uso do ângulo de rotação de 180°. Além disso, a utilização do ângulo de rotação de 360° praticamente dobrou o tempo de aquisição das imagens em relação ao uso do ângulo de rotação de 180°, conforme se observa na Tabela 1.

De acordo com os histogramas de coeficientes de atenuação mostrados na Figura 3, o filtro de alumínio (Al) é o que melhor separa e define os picos enquanto que a pior situação é quando não se usa filtro nenhum (No). Entretanto, as imagens obtidas com o filtro de alumínio + cobre (Al + Cu) são as que apresentaram melhor qualidade visual, com melhor contraste e melhor definição das bordas dos agregados. Segundo a Tabela 1, as aquisições com filtro de alumínio (Al) e sem uso de filtro (No) gastaram o mesmo tempo de 33 minutos, sendo praticamente 50% do tempo gasto pela aquisição com o filtro de alumínio + cobre (Al + Cu).

A Figura 4 mostra imagens obtidas com o número de quadros crescente (5, 10, 15 e 20 quadros). O histograma de coeficientes de atenuação para 5 quadros apresenta apenas um pico e desvio padrão alto. Entretanto, a medida que o número de quadros aumenta, o histograma começa a esboçar a existência de dois picos sobrepostos e o desvio padrão diminui, indicando melhoria na definição da imagem. A partir de 15 quadros pode-se considerar que não há mais ganhos, pois o desvio padrão fica constante.

Os dados da Tabela 1 mostram que o tempo das aquisições é diretamente proporcional ao número de quadros utilizados. Esta relação pode ser expressa pela Equação 1, com R² igual a 0,99.

$$t = 2,34 q + 5 \quad (1)$$

Onde *t* é o tempo das aquisições e *q* é o número de quadros (*frames*) utilizados no processo de médias.

Conclusões

Com base nos resultados apresentados, é possível concluir que o melhor conjunto de parâmetros para fazer aquisição de imagens tomográficas de amostras de solos com o microtomógrafo SkyScan modelo 1172 é: ângulo de rotação da amostra de 360°, utilização de filtro de alumínio ou alumínio e cobre e uso de 15 quadros (*frames*) para o processo de média.

Agradecimentos

Os autores agradecem pelo apoio financeiro à FINEP (processo 01.06.0555.00) e à EMBRAPA.

Referências

- [1] PETROVIC, A. M.; SIEBERT, J. E.; RIEKE, P. E. Soil bulk density in three dimensions by computed tomography scanning. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 46, p. 445-450, 1982.
- [2] HAINSWORTH, J. M.; AYLMOORE, L. A. G. The use of computer-assisted tomography to determine spatial distribution of soil water content. *Australian Journal of Soil Research*, Victoria, v. 21, p. 435-440, 1983.
- [3] CRESTANA, S.; CESAREO, R.; MASCARENHAS, S. Using a computed miniscanner in soil science. *Soil Science*, Baltimore, v. 142, p. 56-61, 1986.
- [4] SKYSCAN. *Skyscan 1172: Desktop X-ray microtomograph: instruction manual*. Aartselaar, c2005. 54 p.
- [5] LASSO, P. R. O.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. de M. *Recomendações para utilização do microtomógrafo de raios-X Sky Scan 1172 em ciências agrárias e biológicas*. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 22 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Documentos, 37).

Tabela 1. Tempos de duração das aquisições em função do ângulo de rotação da amostra, do tipo de filtro selecionado e do número de quadros utilizados para o processo de média.

Ângulo de rotação da amostra	Filtro selecionado	Número de quadros utilizados
180° → 33 min.	Sem filtro → 33 min.	5 quadros → 17 min.
360° → 62 min.	Alumínio → 33 min.	10 quadros → 28min.
	Alumínio. + cobre → 61 min.	15 quadros → 40 min.
		20 quadros → 52 min.

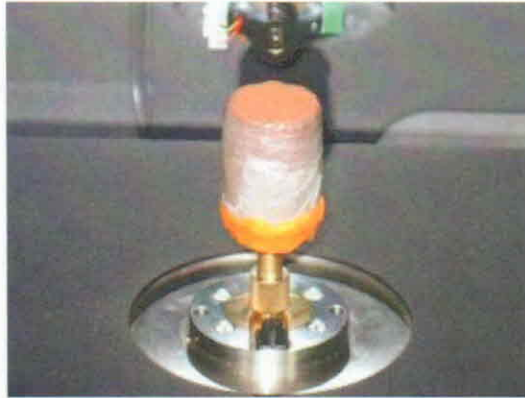


Figura 1. Amostra de Nitossolo Vermelho eutroférrico utilizada nos experimentos, já posicionada no porta amostras do microtomógrafo.

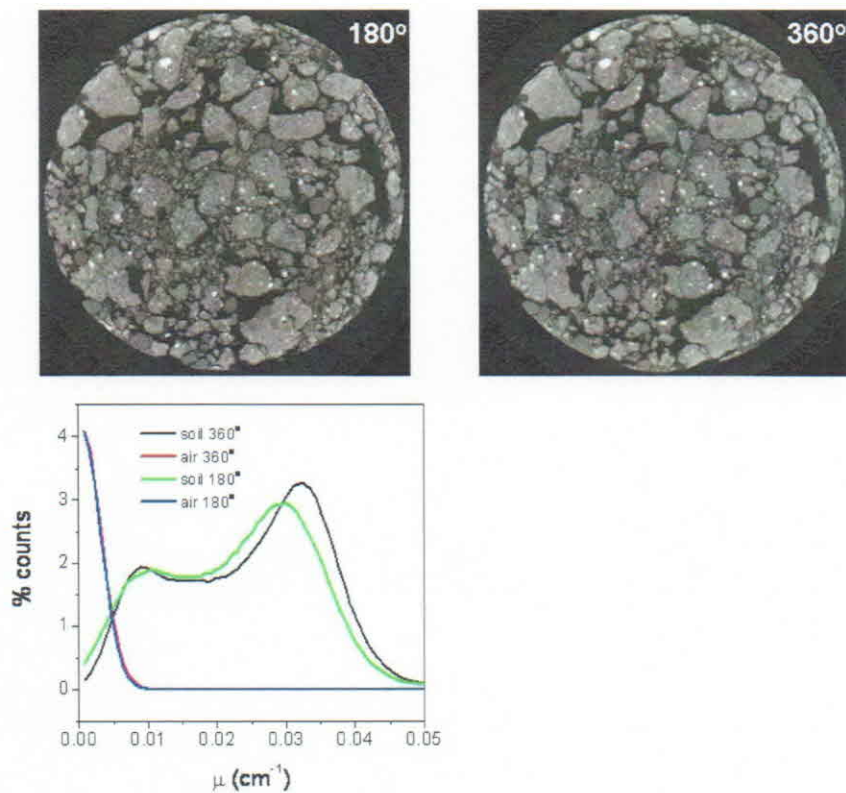


Figura 2. Imagens tomográficas e histogramas de coeficientes de atenuação obtidos com ângulos de rotação da amostra de 180° e 360°.

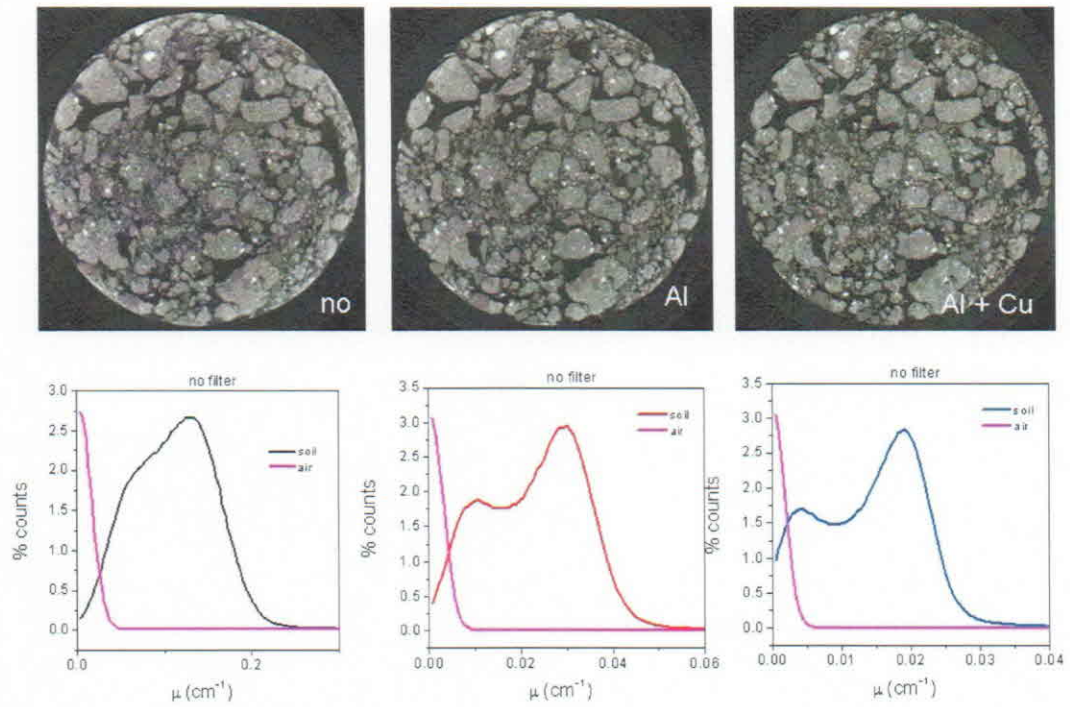


Figura 3. Imagens tomográficas e histogramas de coeficientes de atenuação obtidos com os modos: sem filtro, filtro de alumínio e filtro de alumínio + Cobre.

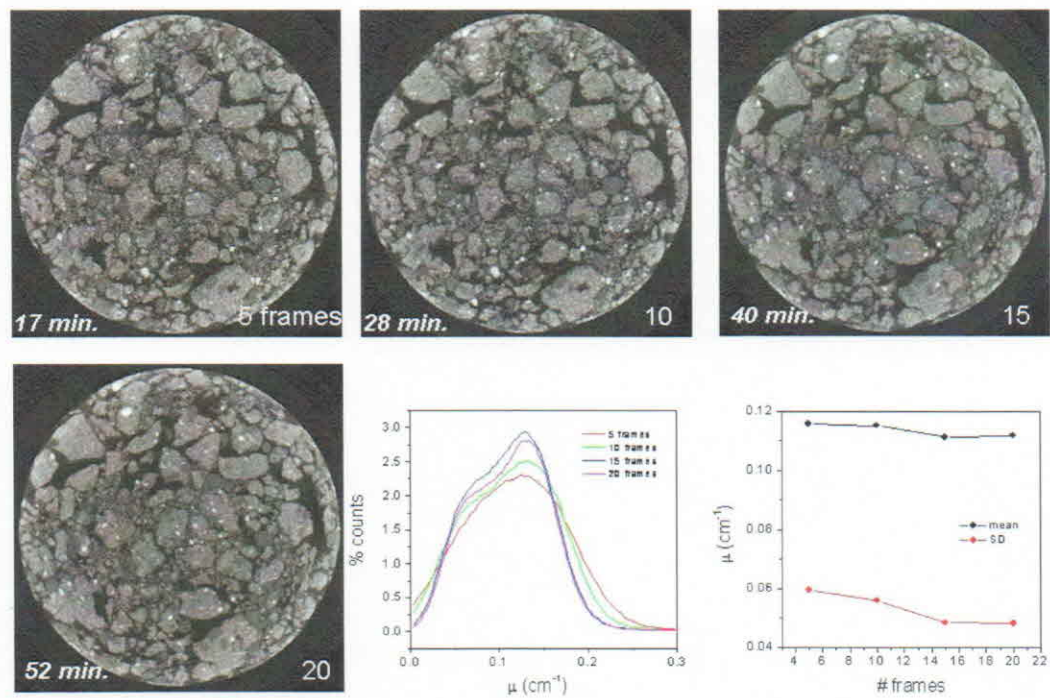


Figura 4. Imagens tomográficas e histogramas de atenuação obtidos com 5, 10 15 e 20 quadros, bem como os gráficos da média dos coeficientes de atenuação linear e do seu desvio padrão em função do número de quadros.