

# Imagens Tomográficas de Ciência de Solos: Determinação da Função de Espalhamento Pontual e Desenvolvimento de Técnicas de Restauração

APARECIDA C. GUERRA.<sup>1</sup>  
NELSON D. A. MASCARENHAS<sup>1</sup>  
CRUVINEL, PAULO E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFSCar- Universidade Federal de São Carlos  
Grupo de Arquitetura, Processamento de Imagens e Sinais  
Via Washington Luís, Km 235, Caixa Postal 676  
13565-905- São Carlos, SP, Brasil  
apguerra(nelson)@dc.ufscar.br

<sup>2</sup>EMBRAPA/CNPDI  
Rua XV de Novembro 1452  
13561-160 São Carlos, SP, Brasil  
cruvinel@cnpdia.embrapa.br

**Resumo.** Esta comunicação visa apresentar os primeiros resultados da determinação da função de espalhamento pontual de um minitomógrafo de análise de solos desenvolvido pela EMBRAPA/CNPDI, com o objetivo final de desenvolver técnicas de restauração como pós-processamento das imagens tomográficas.

**Abstract.** The objective this communication is to present preliminary results on the evaluation of the point spread function of a minitomograph scanner for soil analysis developed by EMBRAPA/CNPDI. The final objective is to develop restoration techniques as postprocessing of the tomographic images..

**Keywords:** Computed Tomography, Image Restoration, Digital Image Processing, Soil Science

## 1 Introdução

A EMBRAPA/CNPDI desenvolveu um minitomógrafo de análise de solos utilizando raios-X ou gama como fonte de radiação [CRUV90]. Nesse tomógrafo de transmissão (CT) de primeira geração, a coleta de dados é realizada pela rotação e translação da amostra a ser estudada.

O algoritmo de reconstrução utilizado é o de filtragem-retroprojeção utilizando o filtro de Ram-Lak [JAIN89]. É sabido que, com uma largura finita do raio de projeção, tem-se uma resolução finita do sistema de imageamento por reconstrução [RATH92].

Por outro lado, o processo de aquisição dos dados de projeção é caracterizado por um ruído de contagem que pode ser caracterizado pela distribuição de Poisson [MASCA96]. A propagação desse ruído pelo processo de reconstrução tomográfica irá contaminar os pixels reconstruídos.

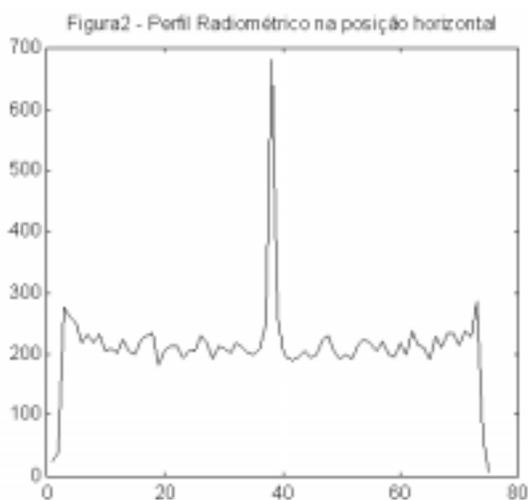
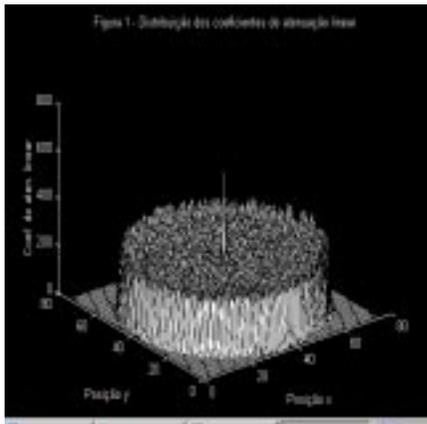
Desse modo, surge a motivação para restaurar as imagens reconstruídas, levando em conta o borramento e o ruído. Este trabalho apresenta os primeiros resultados deste projeto, pelo levantamento da função de resposta impulsiva do minitomógrafo no centro geométrico da imagem.

## 2 Resultados Experimentais

Para os testes foi utilizado um corpo de prova homogêneo (phantom), situado no centro da imagem e constituído de um fio de níquel-cromo de diâmetro aproximadamente igual a  $\frac{3}{4}$  do tamanho do pixel [DORÉ90] (0,80 mm de diâmetro), tendo como suporte uma base de plexiglass circular com água esterilizada. Esse fio simula um sinal 2-D pontual (delta de Dirac). A fonte radioativa utilizada para gerar os raios gama foi o <sup>241</sup>Am. A reconstrução foi efetuada utilizando a filtragem-retroprojeção mencionada anteriormente.

A Figura 1 apresenta uma perspectiva 3-D da imagem reconstruída e a Figura 2 mostra o perfil radiométrico de uma linha na direção horizontal, que passa pelo centro do phantom. A partir de ambas as figuras, pode-se avaliar qualitativamente o tipo de função de resposta impulsiva. Embora a presença do ruído dificulte a análise, é possível perceber uma depressão na radiometria da imagem ao redor da fonte pontual, sugerindo uma função oscilatória, que poderia ser aproximada pela função sinc [ZIE90]. A resposta a uma borda representada pela função degrau na periferia do phantom apresenta um “overshoot” e uma inclinação crescente na subida do sinal que tendem a confirmar esse tipo de comportamento.

### 3 Figuras



### 4 Desenvolvimentos Futuros

A literatura sobre o problema sugere que a resposta impulsiva não é invariante no espaço [DORÉ90]. Preve-se portanto a utilização de outros phantoms com o fio de metal colocado em várias posições da imagem.

Uma vez estimadas as características estatísticas do ruído, será desenvolvido o algoritmo de restauração, possivelmente por métodos iterativos, capazes de lidar mais facilmente com resposta impulsiva variante no espaço [BAN97].

### Referências Bibliográficas

- [BAN97] BANHAN, M. R. E KATSAGGELOS, A. K., “Digital Image Restoration”, IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 14, No. 2, March 1997, pp. 24-41.
- [CRUV90] CRUVINEL, P. E. ET AL, “X and Gamma Rays Computerized Minitomograph Scanner for Soil Science”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, Vol 39, n° 5, October 1990, pp. 745 - 750
- [DORÉ90] DORÉ, S., KEARNEY R. E. E DE GUISE, J., “Quantitative Assessment of CT Isotropy and Isoplanicity”, Proceedings CMBEC, 16, Winnipeg, Canadá, 1990.
- [JAIN89] JAIN, A. K., Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989, pg. 449.
- [MASCA96] MASCARENHAS, N. D. A. ET AL, “The Use of MAP Estimation Techniques in the Tomographic Reconstruction of Poisson Noise Corrupted Images”, IX Sibgrapi, 1996, 197-204. <dpi.inpe.br/ambro/1998/04.17.15.20>.
- [RATH92] RATH ET AL, “Image Restoration in Computed Tomography: The Spatially Invariant Point Spread Function”, IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 11, No. 4, December 1992, pp. 530-538.
- [ZIE90] ZIEMER ET AL, Signals and Systems: Continuous and Discrete, Maxwell Macmillan, 1990, Second Edition, pg. 161.