



Estatística aplicada à resistividade elétrica dos solos

Alfredo Franco Lima – Brain Tecnologia Ltda, Brasil

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This paper illustrates an statistical approach for geophysical data analysis. Concepts of mode and standard deviation are applied to underground electrical resistivity data. In the end a comparison between the subjective and the statistical processing data is made. The graphical and processing software applied was completely developed by the Brain Tecnologia processing and development group.

Introdução

A informação é a base de qualquer processo, assim, é necessário fazer seu gerenciamento nas fases de aquisição, armazenamento, organização, depuração e análise para se ter um produto final confiável. Quando o volume de dados a ser tratado for significativamente grande a Estatística pode ser usada como uma forte aliada na depuração e análise destes dados.

Entre os vários campos de atuação da Brain Tecnologia está o do estudo da resistividade elétrica de solos e rochas. A empresa realiza todo o processo, que vai desde a aquisição até a análise final dos dados. O setor de processamento da Brain Tecnologia desenvolveu um software (TOMOBRAIN) para visualizar em 2D e 3D dados de resistividade adquiridos com o uso de tomografias elétricas (Magalhães et al., 2003). Ele foi atualizado e hoje além de ser um software de visualização é também de processamento graças ao módulo voltado a Estatística que nele foi incluído. A interface gráfica deste software com o usuário é simples e a linguagem de programação usada é o Visual Basic que roda sob o sistema operacional Windows.

Desenvolvimento

Os dois conceitos de Estatística (Silva, 2004) a serem usados aqui são:

Moda – valor que ocorre com maior frequência num certo conjunto de dados. No estudo de uma propriedade física real medida num certo volume este conceito é equivalente ao background dos dados adquiridos.

Desvio Padrão – é uma medida de dispersão que leva em consideração a totalidade dos valores da variável em estudo. O desvio padrão baseia-se nos desvios em torno da média aritmética. Neste artigo tomaremos os desvios em torno da moda, que neste caso é a grandeza de interesse.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

S => desvio padrão
X_i => valor medido
X̄ => moda
n => total de registros

Os dados vindos do campo podem conter erros de operação e ou de equipamento. No processamento estas distorções são filtradas pelos técnicos. Esta operação é feita linha a linha, requerendo certa prática para que um dado significativo não seja confundido com uma distorção. Para a automação deste processo é usado o módulo de tratamento estatístico do software TOMOBRAIN.

O software agrupa todos os arquivos que representam as resistividades elétricas (linhas de tomografia elétrica) de uma certa região num só arquivo. Desta forma temos um conjunto que representa de forma mais fiel a resistividade elétrica da região estudada e com isso passamos a ter um universo de dados que pode ser tratado estatisticamente.

O TOMOBRAIN gera um histograma de frequência de resistividades, o qual mostra de forma clara a faixa de resistividades que mais ocorre na região, isto é, o background que na estatística é chamado de moda (figura 1).

Este histograma é analisado por um especialista, que define o que realmente pode ser significativo dentro deste universo de dados. Definida esta faixa de dados, ela é processada pelo software usando-se a moda e o desvio padrão em torno dela, para filtrar todo o conjunto.

Resultados e Exemplos

Vejamos agora uma aplicação do método numa área onde a maioria dos dados encontra-se numa faixa restrita de resistividades (figura 1). Este comportamento é o esperado e os valores limitados pela faixa definem o background da região.

Na figura 2 mostramos as linhas de tomografia correspondentes ao histograma da figura 1. Aplicando-se

um filtro para a eliminação do background, os valores que representam as anomalias (dados significativos) ficam mascarados e não aparecem.

Com o uso da estatística para a eliminação de dados não significativos, obtemos o histograma mostrado na figura 3. Aplicando-se o mesmo filtro usado na figura 2 e plotando-se novamente as linhas, chega-se ao resultado mostrado na figura 4.

Comparando-se as figuras 2 e 4, vê-se que na figura 4 os pontos que representam as anomalias (dados significativos) são claramente identificados.

Na figura 5 é mostrada a mesma área analisada manualmente.

Os dados não significativos não são eliminados na concepção da palavra. Na verdade estes valores são substituídos pelo valor do background.

Conclusões

A semelhança entre as figuras 4 e 5 mostra claramente a força do método estatístico. Na prática as seções são levantadas uma a uma no terreno e depois de processadas por um software especializado e depois interpretadas por geólogos e geofísicos. Esta interpretação é um trabalho meticuloso. As seções representam cortes perpendiculares às estruturas, as quais são analisadas, em conjunto, na forma de mapas onde são representadas as anomalias - regiões de contraste na resistividade. Uma interpretação manual, de um conjunto em torno de 50 seções, gasta, em média, 1(uma) semana. Com o auxílio do software, este conjunto de seções (arquivos) é processado no máximo em uma hora.

A introdução do módulo estatístico traz consigo uma vantagem fundamental. Os dados processados desta forma ficam isentos da subjetividade do técnico que os analisa.

Com o uso do histograma de freqüências de resistividades bastará ao geólogo ou geofísico especificar simplesmente os limites de resistividade de interesse em sua análise.

Este software representa, portanto, uma economia enorme de tempo, processa e analisa um grande volume de dados de uma só vez de forma clara e confiável.

Referências

Silva, P.C.R.,2004. Introdução à Estatística, Vitória, ES, Brazil.

Magalhães C.C.; Lima A . F. e Costa A .D, 2003, Visualização 2D e 3D DE Dados Geofísicos, Eighth International Congress of The Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Agradecimentos

Agradecemos a Brain Tecnologia pela permissão e incentivo na publicação deste artigo.

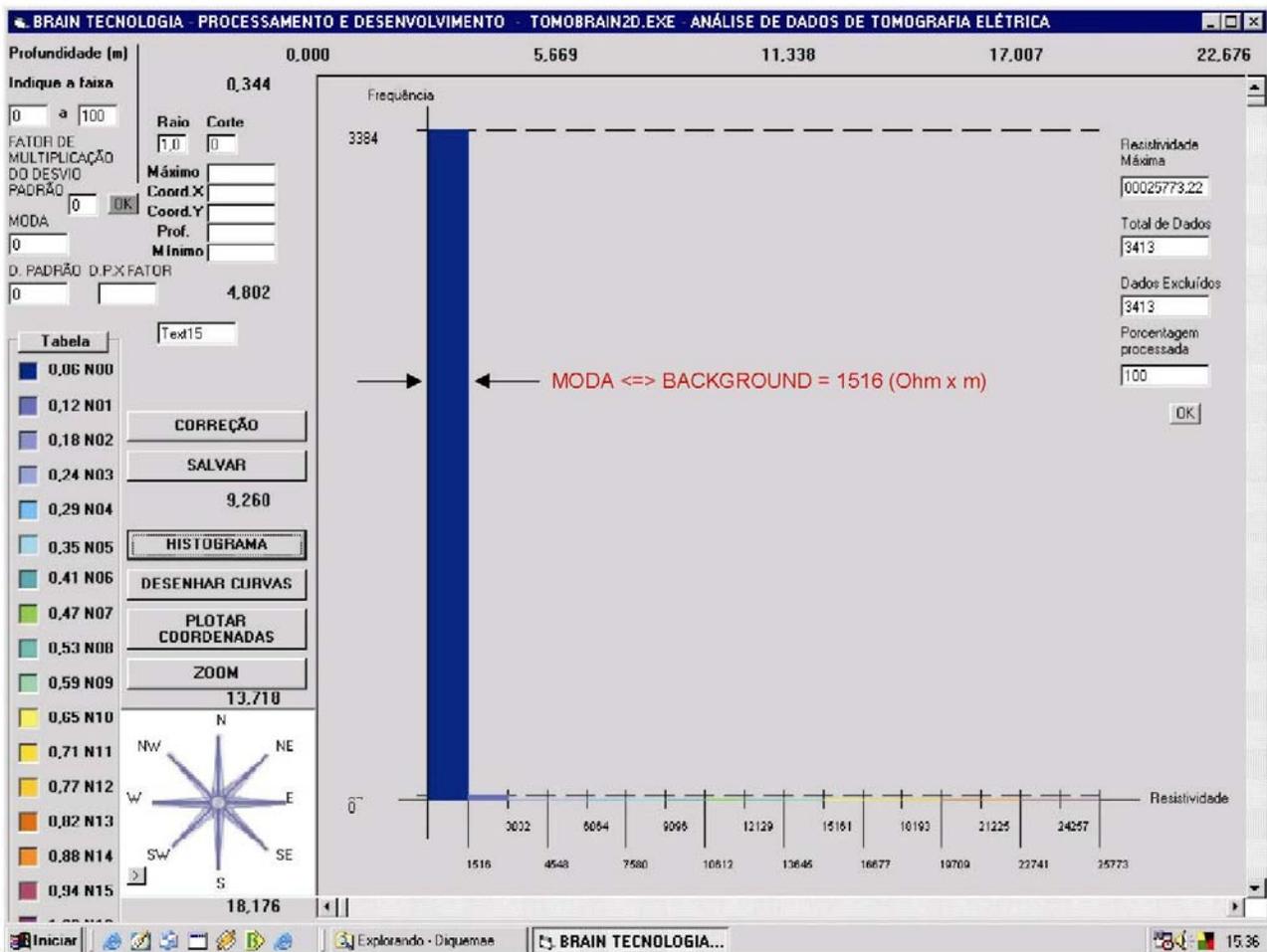


Figura 1 – Histograma mostrando a moda de um arquivo representativo de um conjunto de 23 linhas de tomografias elétricas (dados brutos).

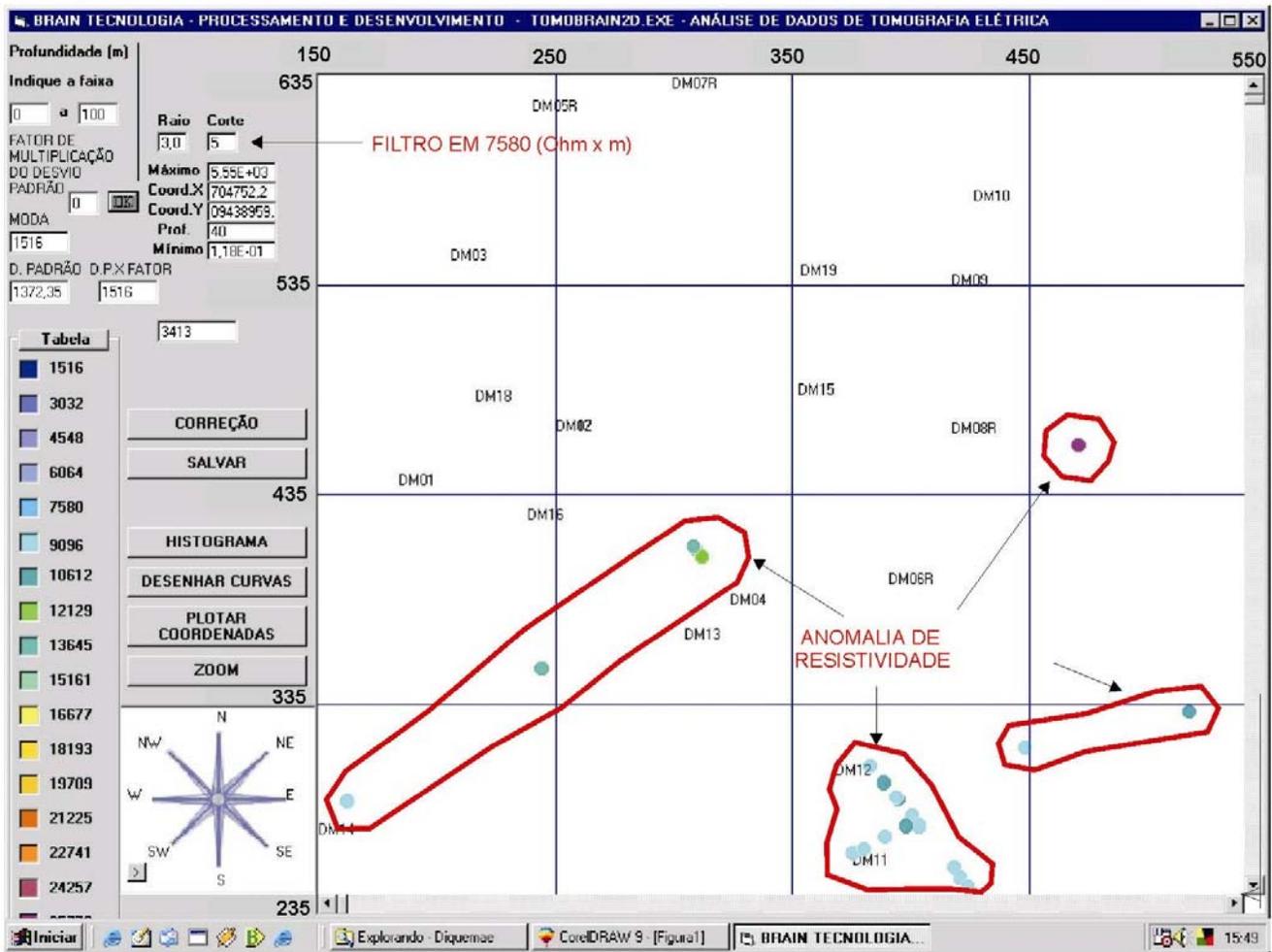


Figura 2 – Projção em planta de um conjunto de linhas sujeitas a um filtro de resistividades (sem aplicação da Estatística).

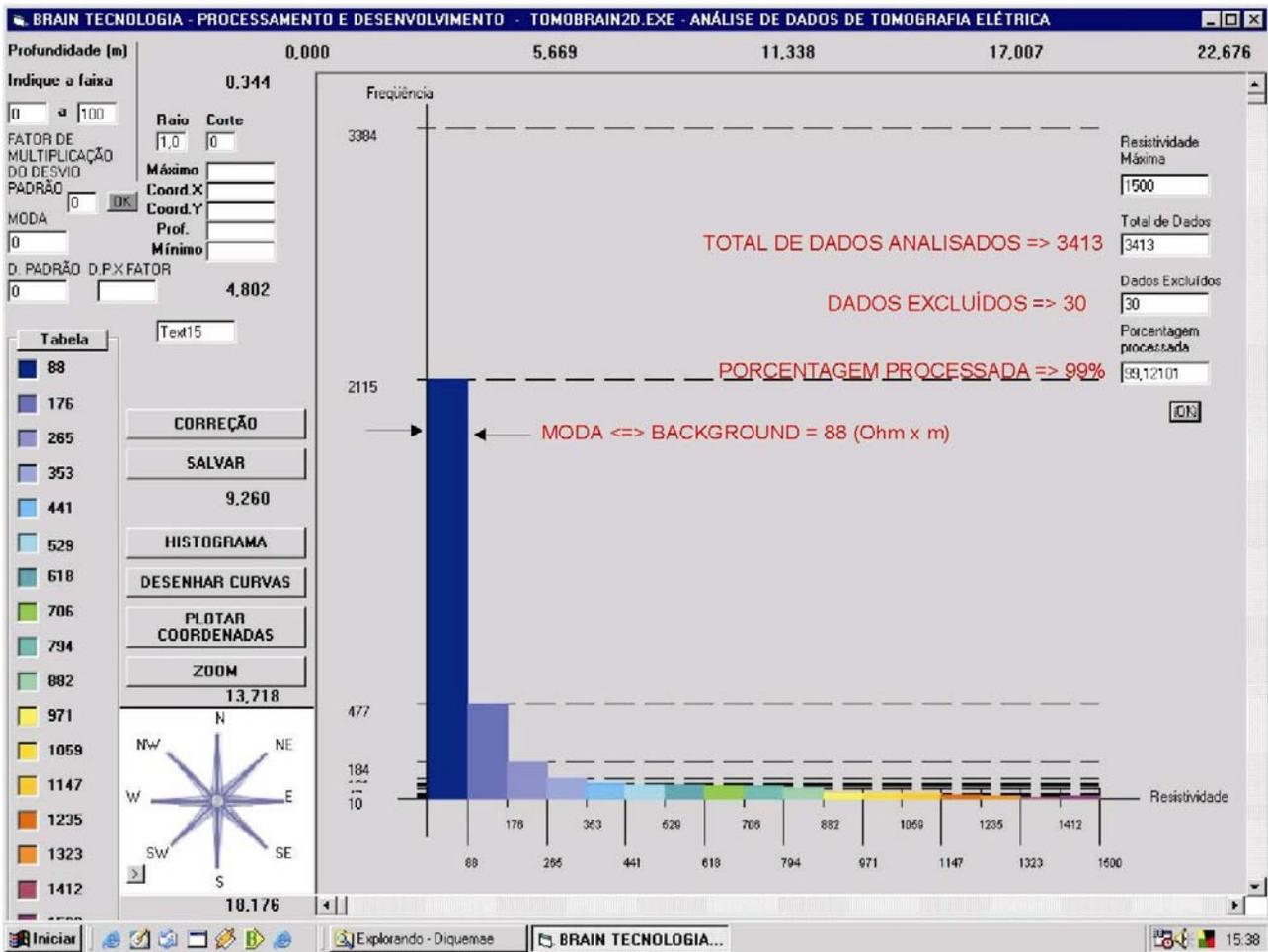


Figura 3 – Histograma após a análise de um especialista. Repare que com a exclusão de poucos dados houve uma grande variação no valor da moda. Isto indica que na figura 1, o valor da moda real encontrava-se mascarado por dados que não tinham nenhum significado físico. Estes dados encontram-se no escasso grupo dos 30 excluídos.

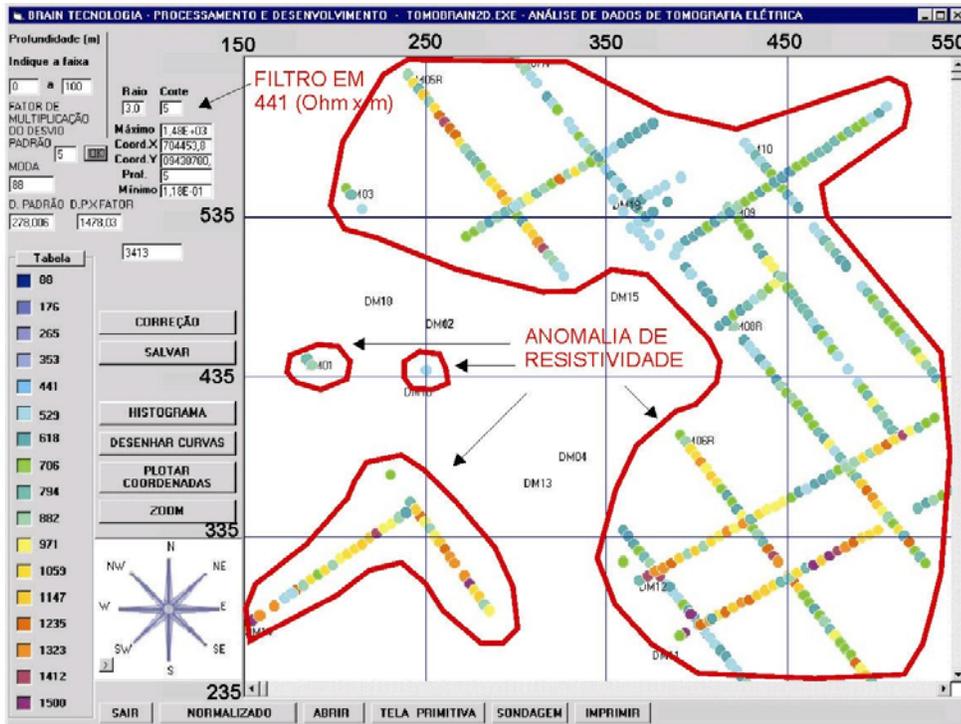


Figura 4 - Áreas de possíveis anomalias de resistividade após o uso da análise estatística. As regiões ocultas na figura 2, tornam-se claramente identificáveis. Observe que o fator de filtragem continuou o mesmo.

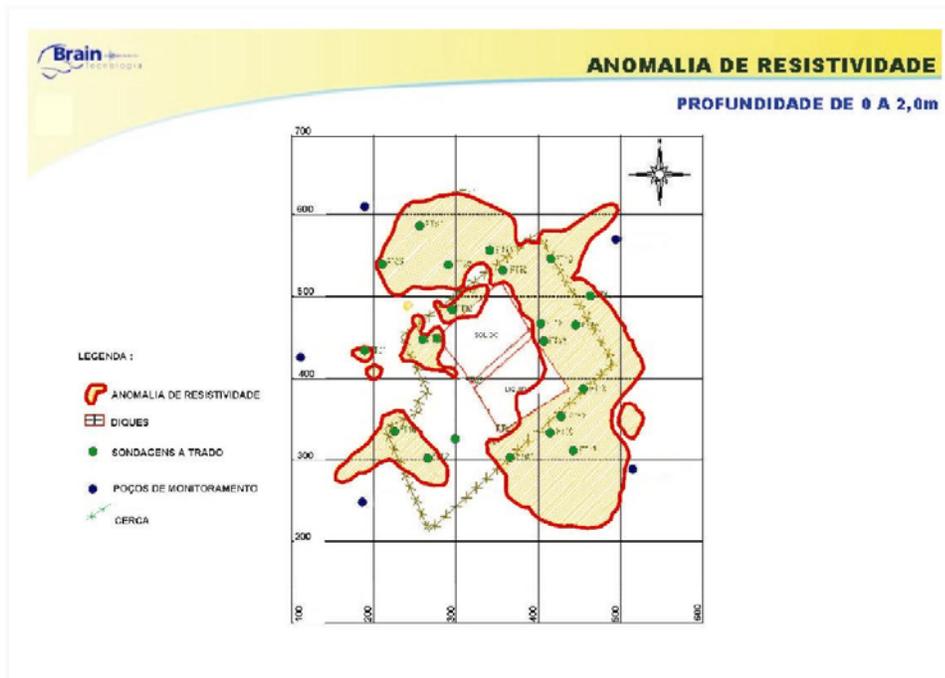


Figura 5 - Áreas de anomalias de resistividade levantadas manualmente. Repare a semelhança entre as figuras 4 e 5.