



## Análise de Dados Gravimétricos, Magnéticos e de VLF aplicados ao estudo de Ferro na região de Laje-BA.

Emerson S. M. dos Santos, Edson E. S. Sampaio, Leonardo da S. R. Mocitaíba.

Copyright 2013, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society 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

Based on analysis of airborne geophysical data and of four ground profiles of magnetometry and gravimetry in the region of Valença - Quadrangle SD-24-VD IBGE, we selected one of the profiles and performed a gravity, magnetic and VLF-EM survey in two contiguous areas around it. The data of the three geophysical methods of this survey delineate two zones with significant and correlated anomalies, which establish a high potential of the area for iron ore.

### Introdução

Este trabalho constitui o resultado de uma parceria entre a UFBA e a Grastone Mineração e Comércio LTDA para analisar dados geofísicos terrestres, complementando-os com informações geológicas, visando selecionar áreas ou alvos para localização e cubagem de corpos ferríferos. Com base na análise dos dados aerogeofísicos da folha de Valença - Quadrícula SD-24-V-D do IBGE- e de dados de perfis terrestres de gravimetria e de magnetometria, definidos a partir dos mapas aéreos, propusemos e realizamos um levantamento terrestre de detalhe. Esse levantamento empregou os métodos gravimétrico, magnético e VLF-EM (Very Low Frequency) em duas áreas contíguas em torno de um perfil, selecionado por conter anomalias importantes em termos de largura e intensidade. Realizamos a interpretação dos dados dos três métodos geofísicos de forma conjugada, de modo a determinar alvos de interesse econômico para a exploração de minério de ferro. O resultado dos dados da pesquisa permitiu delinear duas zonas com anomalias correlacionadas aos três métodos, que comprovam o alto potencial dessa área de Laje para minério de ferro.

### Cartografia

Foi realizado o levantamento topográfico de em torno de duas áreas, executando a abertura de picadas e o traçado das linhas de levantamentos correspondentes na direção E-W a intervalos 100m, em cada linha de levantamento, foram localizadas estações de medida de 20 em 20m e determinados os valores de suas coordenadas. O levantamento plani-altimétrico das duas áreas empregou o sistema de SIRGAS 200 e teve precisão ou melhor que 10cm nas coordenadas UTM's N-S e E-W e igual ou melhor do que 2cm na altitude. No total foram levantadas 22 linhas separadas, e um total de 1051 estações. A figura 1 representa a planimetria e a

distribuição das estações de medidas geofísicas e a figura 2 constitui o mapa topográfico da área.

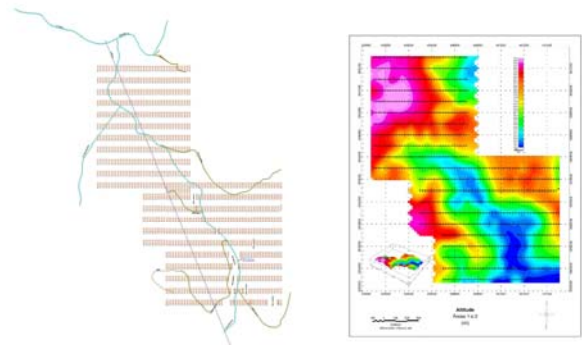


Figura 1: A esquerda mostra a Planimetria e distribuição das estações de medidas geofísicas, a direita a Figura 2: mostra o mapa topográfico das áreas estudadas.

### Geofísica

A equipe da UFBA ficou responsável pelas medidas geofísicas que consistiu de medidas gravimétricas, magnéticas de campo total e de VLF-EM: *tilt-angle* e elipticidade. A picada mestra serviu para auxiliar a passagem entre as duas linhas de levantamento e para efetuar o controle da deriva temporal das medidas magnéticas. Empregamos o equipamento CG-5 da Scintrex Geophysics no levantamento gravimétrico, o equipamento GSM-19G Overhouse da Gem Systems no levantamento magnético e o equipamento T-VLF da Iris Instruments no levantamento VLF-EM.

Processamos cada método geofísico separadamente. Empregamos programas em FORTRAN 90 na filtragem magnética e no cálculo do filtro Fraser para o VLF-EM e planilhas EXCEL no processamento gravimétrico Bouguer e na extração da deriva temporal da magnetometria. Empregamos o software Geosoft para a confecção dos mapas de contorno. No caso da gravimetria, efetuamos o procedimento padrão de ocupar as estações base de gravidade absoluta para controle da deriva temporal e o respectivo processamento para determinar os valores Bouguer. A Figura 3 representa o mapa dessa grandeza.

No caso da magnetometria, efetuamos o procedimento padrão de levantar as estações da Linha Mestra de modo a amarrar as linhas de levantamento. Também repetimos 3 leituras nas estações intermediárias de cada linha de modo a controlar a deriva temporal.

O processamento básico dos dados consistiu em subtraí-los do valor regional do campo ambiente e filtrá-los com um filtro do tipo passa baixa. As Figuras 4 e 5 representam mapas de valores magnéticos filtrados para duas frequências distintas: metade e um quarto da frequência de Nyquist respectivamente.

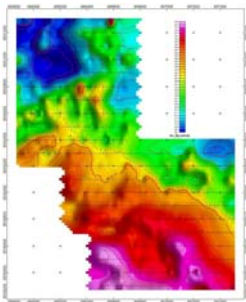


Figura3: Mapa Bouguer.

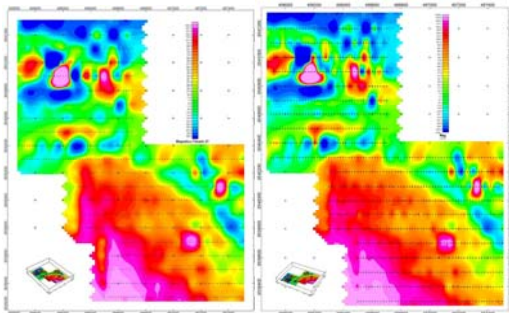
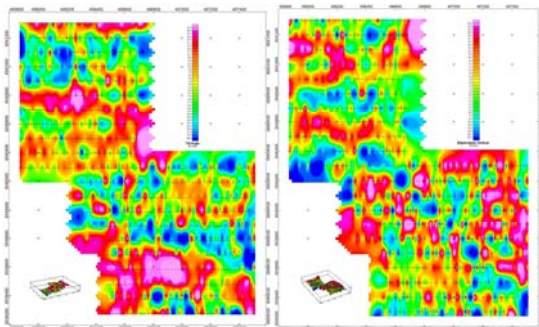
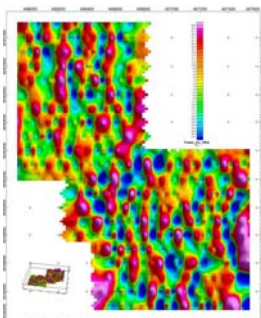


Figura 4 e 5: A esquerda Mapa Magnético filtrado para uma frequência igual à metade da frequência de Nyquist e a direita Mapa Magnético filtrado para uma frequência igual à um quarto da frequência de Nyquist.

O VLF é um método eletromagnético que se baseia no princípio da indução eletromagnética. No caso dele, empregamos dois valores de frequência: 16 Hz e 24 Hz e medimos os parâmetros das elipses de polarização horizontal e vertical. Entretanto, só analisamos os dados da elipse vertical para a frequência de 16 Hz.

Figura 6 e 7 Mostra o Mapa do *tilt angle* vertical e da Mapa da elipticidade vertical para a frequência de 16 Hz das respectivamente.Figura 8 mostra o Mapa do filtro Fraser aplicado ao *tilt angle* vertical para a frequência de 16 Hz.

Os dados da elipse horizontal e da frequência de 24 Hz não contêm contribuição adicional significativa. Além disso, aplicamos o filtro padrão de Fraser sobre os dados do *tilt angle*. As Figuras 6, 7 e 8 representam os respectivos mapas de contorno dessas grandezas para a frequência de 16 Hz.

### Geologia

A Figura 9 constitui um esboço da geologia da área de Laje sobre uma base topográfica. O contato definido entre a unidade constituída de coberturas e de rochas granulitizadas e a unidade rica em formações ferríferas coincide plenamente com o resultado do mapeamento geofísico.

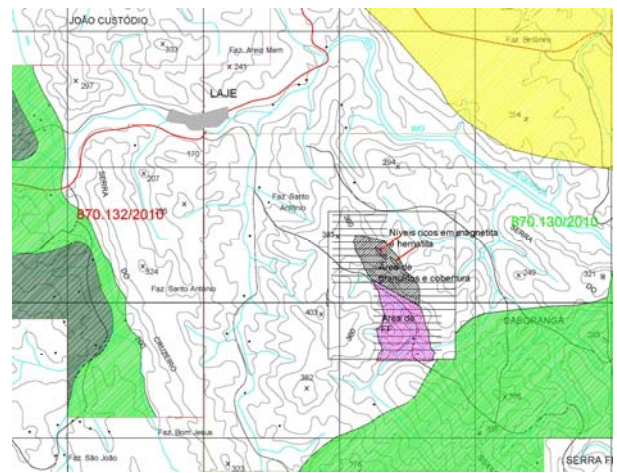


Figura 11: Esboço geológico da área de Laje sobre uma base topográfica com indicação do contato entre a unidade constituída de coberturas e de rochas granulitizadas e a unidade rica em formações ferríferas .

### Correlação dos dados Geofísicos e Indicação de Furos.

A interpretação e a correlação dos dados magnéticos recaíram sobre os dados filtrados.

Entre cinco valores testados de frequências para os dados magnéticos, empregamos apenas dois na análise e interpretação. Essas frequências estão relacionadas com filtros passa baixa, que eliminam ou minimizam agentes causadores de ruídos superficiais. Para os dados gravimétricos empregamos apenas os valores Bouguer nesta fase do trabalho. O Trabalho de Graduação de Luara Pereira contemplará o uso de um filtro residual, que extrai os dados regionais dos valores Bouguer e realça os valores residuais. Nessas circunstâncias, locais onde há corpos de maior densidade ficam mais evidenciados mesmo cobertos por solos espessos.

Para o VLF, empregamos os dados do filtro Fraser, que resalta os picos de anomalias, identificando os possíveis locais onde existem corpos condutores, ou a separação entre corpos de diferentes condutividades, subordinados aos dados de *tilt angle* e elipticidade verticais.

Na região ao Norte, VLF, magnético e gravimétrico detectaram a presença de uma região condutiva densa e magnética indicativa da presença de ferro. Assim, separamos as anomalias mais relevantes,

analisando dois mapas: Figuras 12 e 13. A Figura 12 representa a correlação espacial entre as regiões de picos dos dados gravimétricos e as regiões de picos e cavas dos dados magnéticos. A Figura 13 contém a interpretação do VLF-EM.

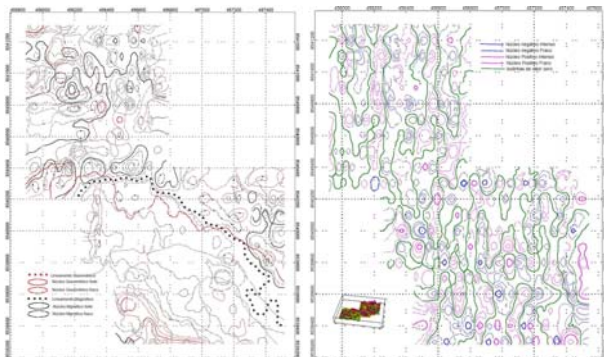
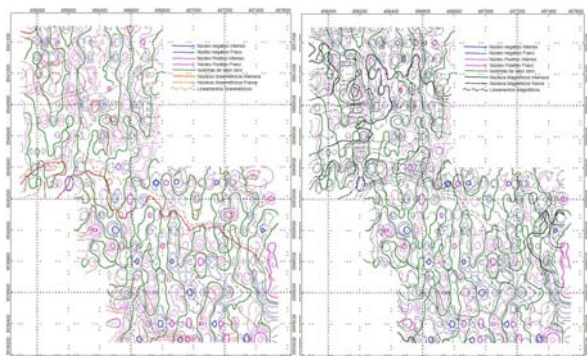


Figura 12 e 13:Mostram Mapa de correlação das anomalias de gravimetria e de magnetometria a esquerda e o Mapa de contorno do valor Fraser VLF-EM.

Após este procedimento, superpomos um overlay a esses dois mapas na mesma escala, bem como a mapas de correlação entre a gravimetria e o VLF e entre a magnetometria e o VLF representados, respectivamente, nas Figuras 14 e 15. Esse procedimento permitiu separar regiões onde a combinação das anomalias geofísicas indica uma maior probabilidade de ocorrência do mineral de ferro.



Figuras 14 e 15: Mostram os Mapa de correlação das anomalias de VLF e de gravimetria e VLF e magnetometria respectivamente.

Também elaboramos uma estatística para definir um programa de furos de sondagem. Atribuímos dois valores percentuais a cada método, proporcionais a sua importância na investigação, um para a presença e outro para a ausência de uma anomalia. A Tabela 1 contém os referidos valores percentuais, bem como os valores da correlação entre eles.

	Magnético (%)	Gravimétrico (%)	VLF Fraser (%)
Com Anomalia	A = 75	B = 60	C = 45
Sem Anomalia	a = 10	b = 20	c = 30
Correlação (%)		Correlação (%)	
A B C	20,25	a b c	0,6
A B c	13,5	a B C	2,7
A b c	4,5	a B c	1,8
A b C	6,75	a b C	0,9

Tabela 1: Correlação das anomalias geofísicas. A: pico ou cava magnético elevados. a: valores magnéticos de background. B: pico gravimétrico. b: cava gravimétrica ou valor gravimétrico de background. C: pico Fraser. c: cava ou valores de background do Fraser.

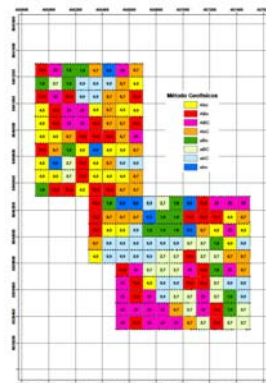


Figura 16: Mapa da distribuição percentual, sobre quadriculas de 100m x 100m, da chance de sucesso em localizar corpos ferríferos.

### Conclusões

A análise combinada dos dados geofísicos magnético, gravimétrico separou dois ambientes. Um predominantemente denso e magnético, está cortado e delimitado por falhamentos condutivos e se localiza nas partes central e ocidental da Área 2 constituída pela parte inferior do mapas. O outro, menos denso e sotoposto às coberturas também apresenta faixas magnéticas e condutoras espalhadas pela Área1 localizada na parte superior dos mapas. Deste modo, a análise conjunta permitiu confirmar a potencialidade em termos de exploração de minério de ferro da região, majoritariamente na Área 2, mas com algumas zonas de interesse na Área1.

A partir do cotejamento entre os dados geofísicos e o conhecimento da geologia de superfície, é possível estabelecer um programa de perfurações. Para tanto, recomendamos usar as informações descritas na Tabela 1 e no mapa da Figura 16. Evidentemente, aos valores percentuais mais elevados dessa tabela - ABC e ABc - correspondem as quadriculas desse mapa que reputamos de maior importância e onde recomendamos analisar perfurando .

### Agradecimentos

Nossos agradecimentos a empresa Grastone Mineração e Comércio Ltda pela disponibilização dos dados, ao geólogo Marco Túlio Miranda de Oliveira pelo suporte referente aos dados geológicos. A bacharelanda em geofísica Luara Pereira que coletou os dados magnéticos.

### Referências.

SÁ NC, USSAMI N & MOLINA EC. 1993. Gravity Map of Brazil. Representation of Free-Air and Bouguer Anomalies, Journal of Geophysical Research - Solid Earth, 98: 2187-2197.

TALWANI M, WORZEL JL & LANDISMANN M. 1959. Rapid Gravity Computations for Two-dimensional Bodies with Applications to the Mendocino Submarine Fracture Zone, Journal of Geophysical Research, 64:49-59.