

Magnetometria

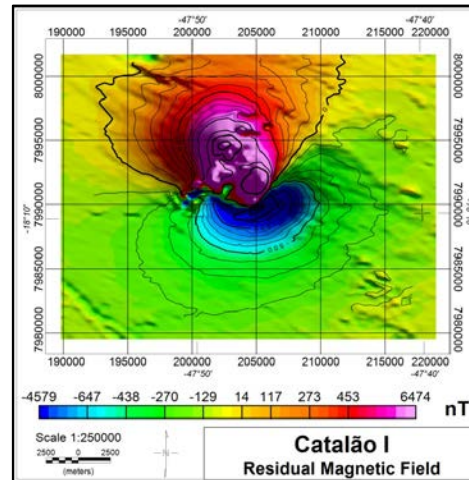
Prof. Dr. Vinicius Louro

O que é?

- Método Magnético ou Magnetometria
 - Investiga contrastes de magnetização em diferentes meios
 - Associado a minerais ferromagnéticos
 - **Magnetita**
 - Hematita
 - Ilmenita

Aplicações

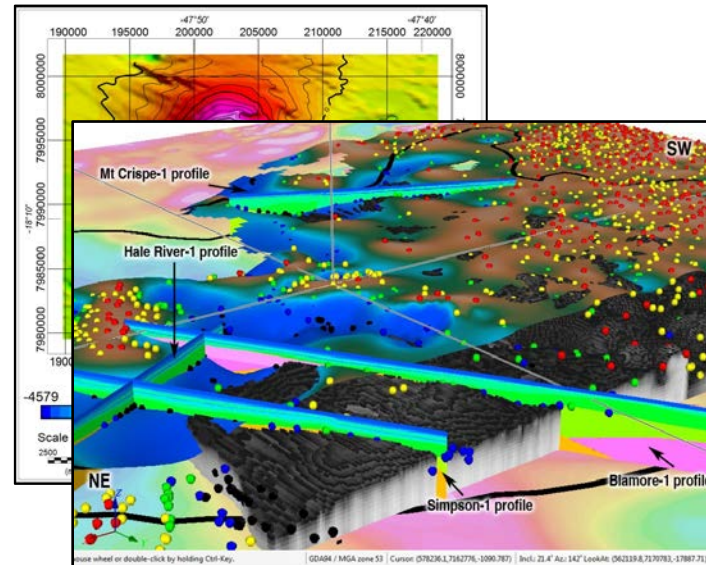
- Magnetometria
 - Exploração mineral



Aplicações

- Magnetometria

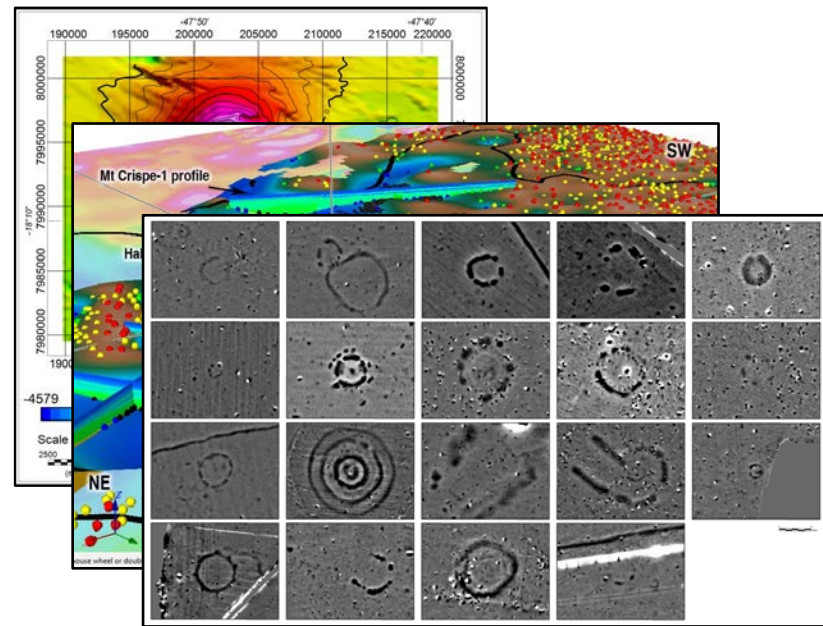
- Exploração mineral
- Caracterização do embasamento de bacias;
- Prospecção de hidrocarbonetos



Aplicações

- Magnetometria

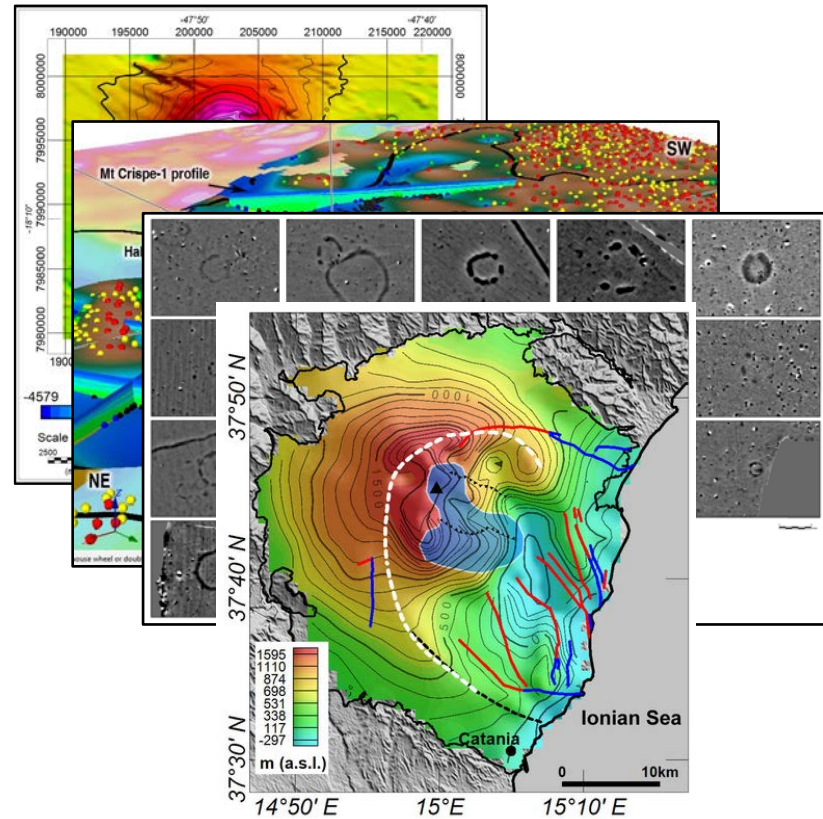
- Exploração mineral
- Caracterização do embasamento de bacias;
 - Prospecção de hidrocarbonetos
- Arqueologia



Aplicações

- Magnetometria

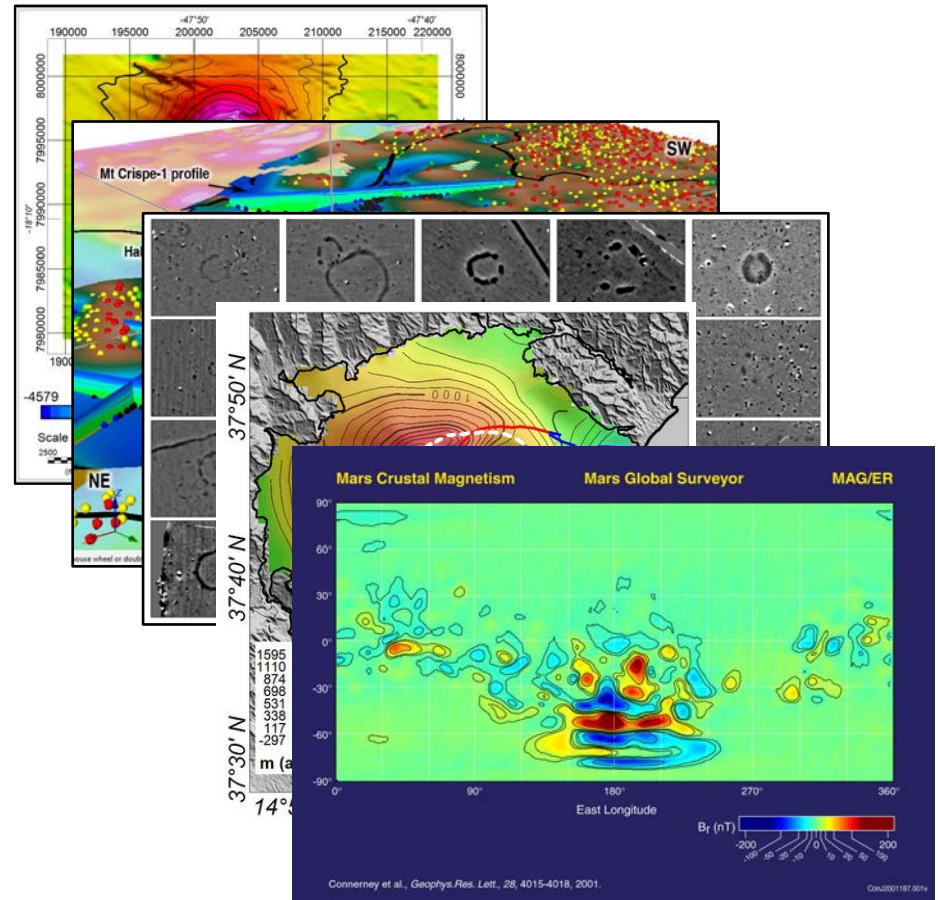
- Exploração mineral
- Caracterização do embasamento de bacias;
 - Prospecção de hidrocarbonetos
- Arqueologia
- Vulcanismo



Aplicações

- Magnetometria

- Exploração mineral
- Caracterização do embasamento de bacias;
 - Prospecção de hidrocarbonetos
- Arqueologia
- Vulcanismo
- Exploração espacial



Princípios Físicos

- Força de magnetização (\vec{F}_M)

- Lei de Coulomb

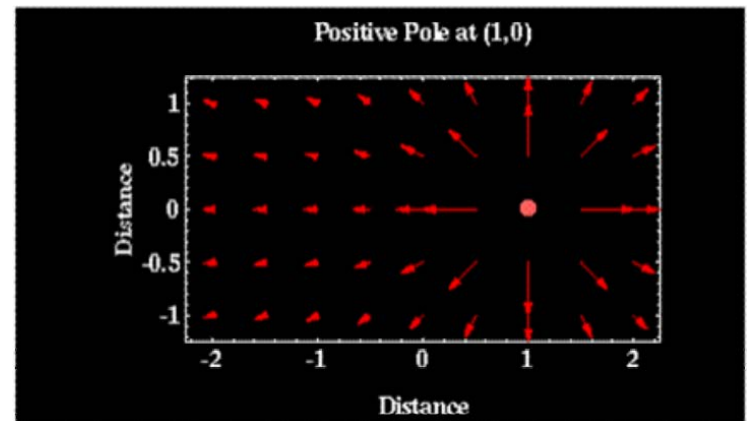
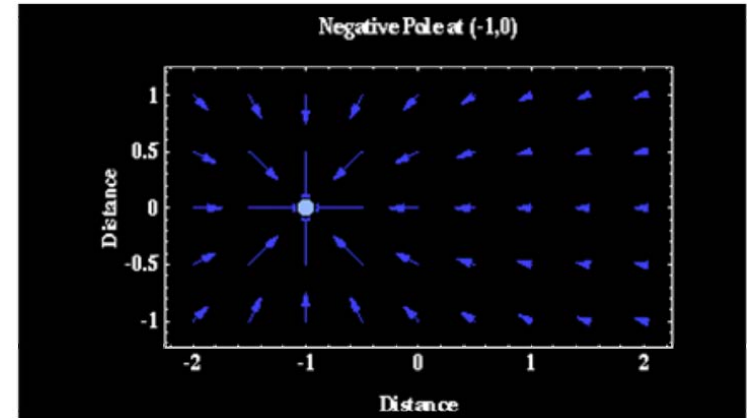
$$\vec{F}_M = \frac{p_1 p_2}{\mu_0 r^2} \hat{r}$$

- Em que

- μ_0 = permeabilidade magnética no vácuo = $4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m
- p_1 e p_2 = polos magnéticos
 - Dados em [A/m]
- r = distância entre as cargas

- Bastante parecida com a força gravitacional

- Diferença principal
 - Atração e repulsão



Princípios Físicos

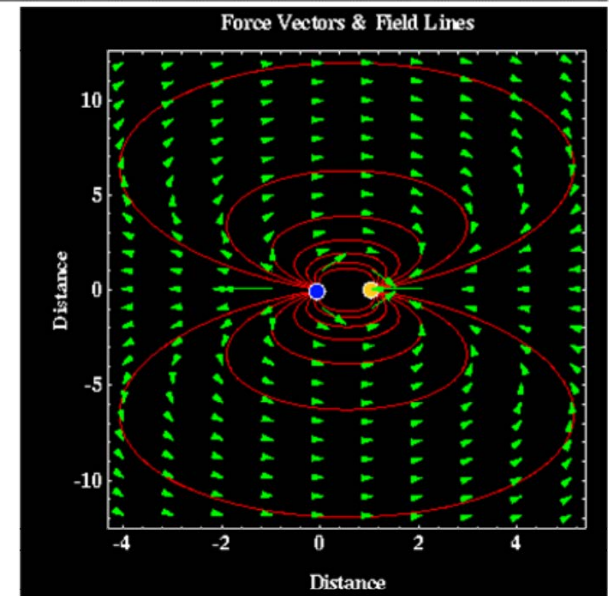
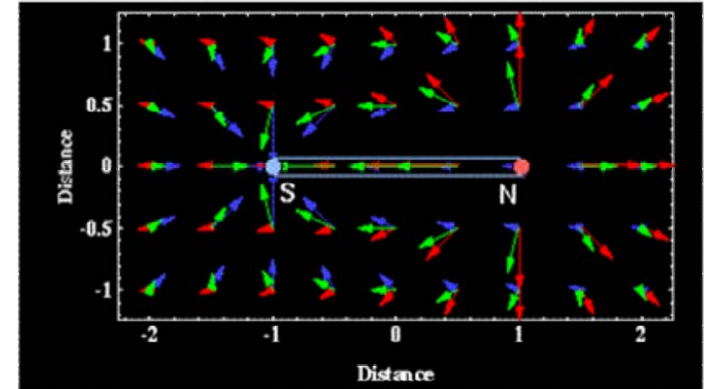
- Polos magnéticos

- Podem ser calculados teoricamente
- Não existem monopolos na natureza
 - Sempre haverá um par de polos
 - Positivo e negativo
 - Força com amplitude e direção
 - Força vetorial

- No método magnético

- Campo magnético (\vec{H})
 - Região que sofre efeitos de forças de atração e/ou repulsão magnética

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}_M}{p_2} = \frac{p_1}{\mu_0 r^2} \hat{r}$$



Princípios Físicos

- Potencial magnético (\vec{W})

- Potencial de um ponto realizar trabalho (Força x Distância)

$$\vec{W} = \frac{\mu_0 p}{4\pi r} \hat{r}$$

- Em que
 - μ_0 = permeabilidade magnética no vácuo

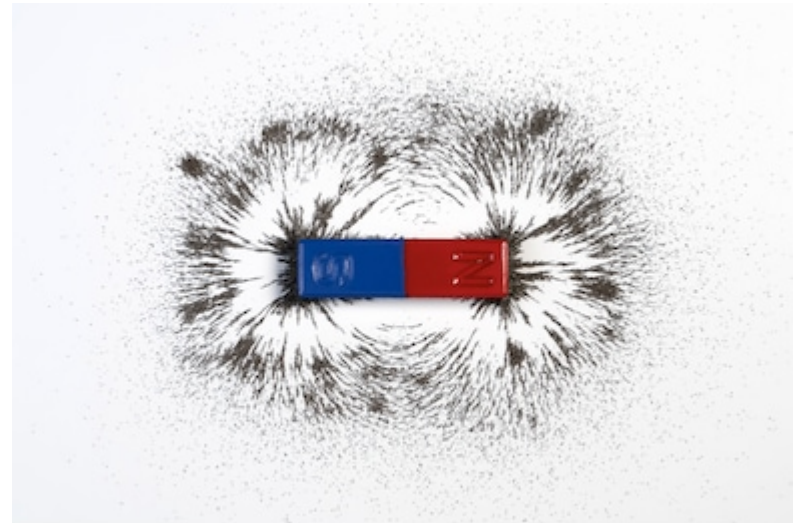
- Assumindo um campo dipolar

- Proximidade entre as linhas de campo
- Determina o fluxo magnético (\vec{B}) dado em Teslas

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu_r p}{4\pi r^2} \hat{r}$$

- Em que
 - μ_r = permeabilidade magnética relativa
 - Em relação à permeabilidade magnética no vácuo
- Relação entre campo e fluxo magnético

$$\vec{B} = \mu \vec{H} = \mu_0 \mu_r \vec{H}$$



shutterstock.com · 791214844

Princípios Físicos

- Propriedades magnéticas dos materiais

- Lei de Biot-Savart

- Campo magnético (\vec{H}) assumindo uma espira de raio r e corrente I

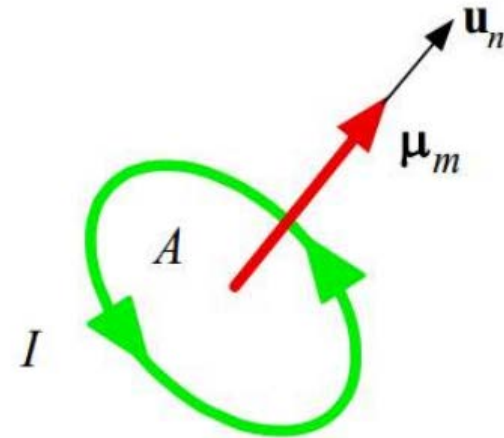
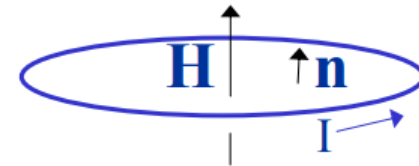
$$\vec{H} = \frac{I}{2r} \hat{n} \quad [A/m]$$

- Em que
 - \hat{n} = direção normal ao plano da espira

- Momento magnético

- Dependendo da área da espira passará uma determinada corrente elétrica

$$\vec{m}_m = IA\hat{n}$$



Princípios Físicos

- Propriedades magnéticas dos materiais

- Nos átomos

- Núcleo e elétrons

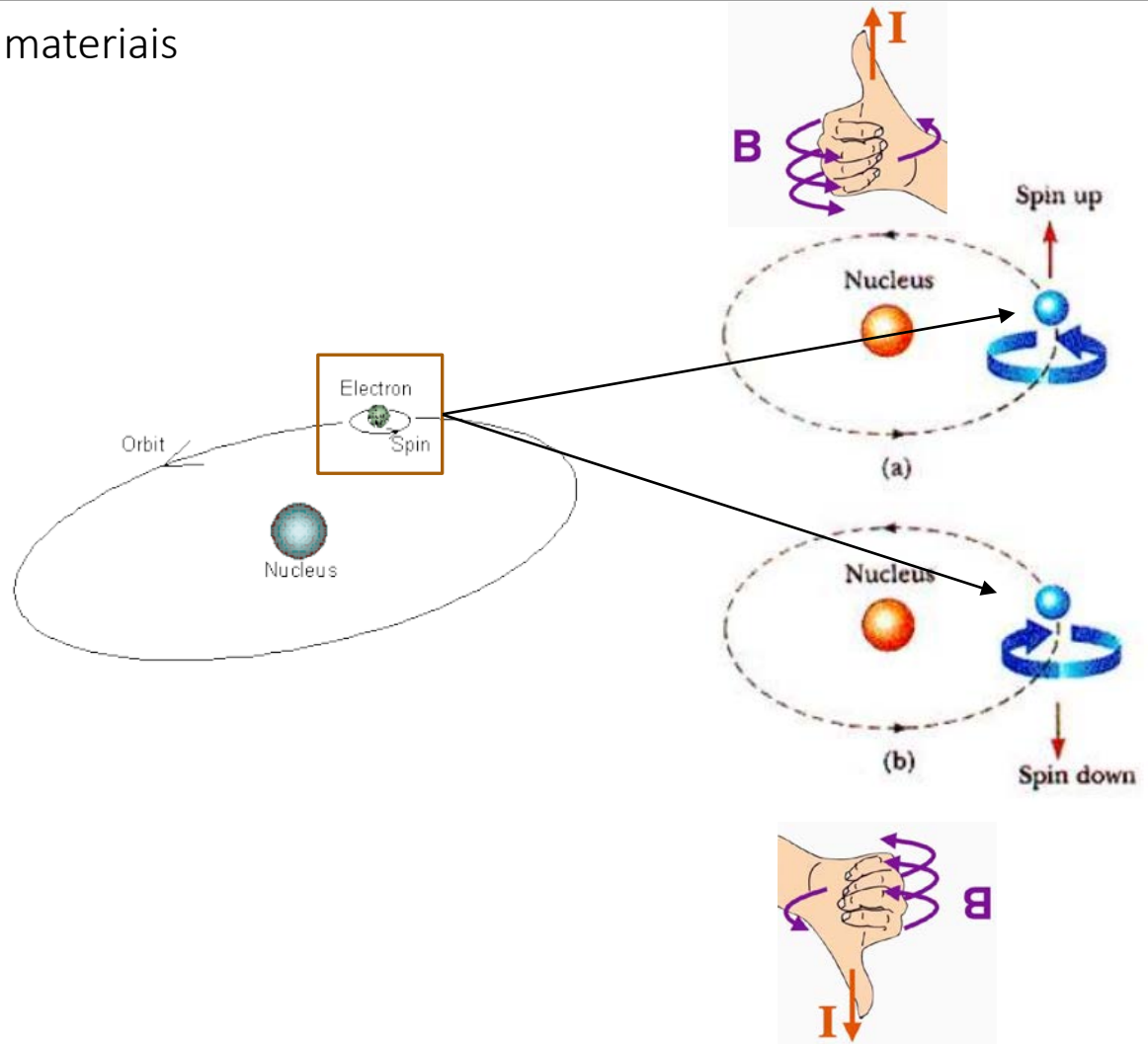
- Não estão estáticos

- Corrente Elétrica

- Dada pela movimentação de elétrons

- Quando restrita a uma área

- Gera momentos magnéticos

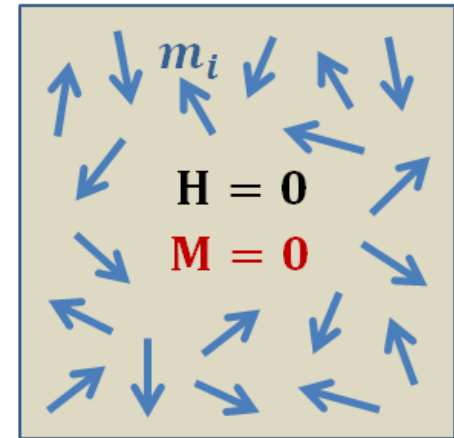


Princípios Físicos

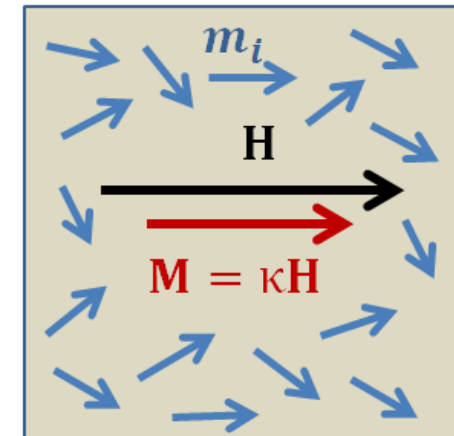
- Propriedades magnéticas dos materiais
 - Quando um material é inserido em um campo magnético
 - Sofre **Magnetização** ou **Indução Magnética**
 - *Momentos magnéticos se alinham com o campo*
 - Susceptibilidade Magnética (κ)
 - Grau de facilidade de um material se magnetizar por um campo externo
 - Adimensional

$$\vec{M} = \kappa \vec{H}$$

(a) Not Magnetized



(b) Magnetized



Magnetização nos materiais

- Propriedades magnéticas dos materiais
 - Classificação
 - Materiais Diamagnéticos
 - Susceptibilidade magnética
 - Baixa e negativa
 - Magnetização
 - Baixa intensidade
 - Direção oposta ao campo magnético aplicado
 - i.e. quartzo e calcita



Quartzo

(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Quartz_-_Tibet.jpg)



Calcita

(http://www.alternativaminerios.com.br/Calcita_OK.jpg)

Magnetização nos materiais

- Propriedades magnéticas dos materiais

- Classificação

- Materiais Paramagnéticos

- Susceptibilidade magnética

- Positiva

- Magnetização

- Baixa intensidade

- Mais forte que nos materiais diamagnéticos

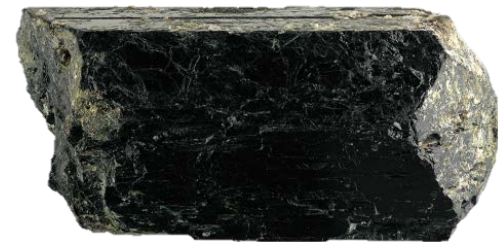
- Direção paralela ao campo magnético aplicado

- i.e. olivina e anfibólio

Olivina



Anfibólio



http://media.bovolenta.beclita.net/26/43/galle_2643ef689901a730b90dbcd0e10ff9506/gallery_28_olivina_640x_d6ca372c9e739a838a3300b5b29576b0.jpg

http://ruff.info/repository/sample/by_minerals/Amphibole_R110203_-_sample_Photo_28822_M.jpg

Magnetização nos materiais

- Propriedades magnéticas dos materiais

- Classificação

- Materiais Ferromagnéticos

- Susceptibilidade magnética

- Positiva

- Magnetização

- Alta intensidade

- Direção paralela ao campo magnético aplicado

- Responsáveis pelas anomalias magnéticas da magnetometria

- i.e. magnetita e hematita



Magnetita



Hematita

Magnetização nos materiais

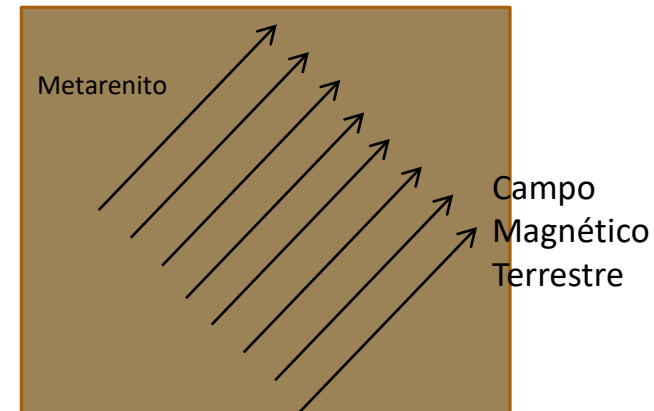
Material	Susceptibilidade x 10 ³ (SI)
Ar	0
Quartzo	-0.01
Sal	-0.01
Calcita	-0.001 – 0.01
Esfarelita	0.4
Pirita	0.05 – 5
Hematita	0.5 – 35
Ilmenita	300 – 3500
Magnetita	1200 – 19200
Calcário	0 – 3

Material	Susceptibilidade x 10 ³ (SI)
Arenito	0 – 20
Argilito	0.01 – 15
Xisto	0.3 – 3
Gnaisse	0.1 – 25
Ardósia	0 – 35
Granito	0 – 50
Gabro	1 – 90
Basalto	0.2 – 175
Peridotito	90 – 200

Magnetização nas rochas

- Magnetização induzida (\vec{M}_I)
 - Devido à presença do campo magnético terrestre
 - Rochas com minerais ferromagnéticos
 - Principalmente magnetita
 - Distorção no campo
 - Proporcional ao contraste de Susceptibilidade Magnética de dois meios adjacentes
 - i.e. gabro intrudido em metarenitos

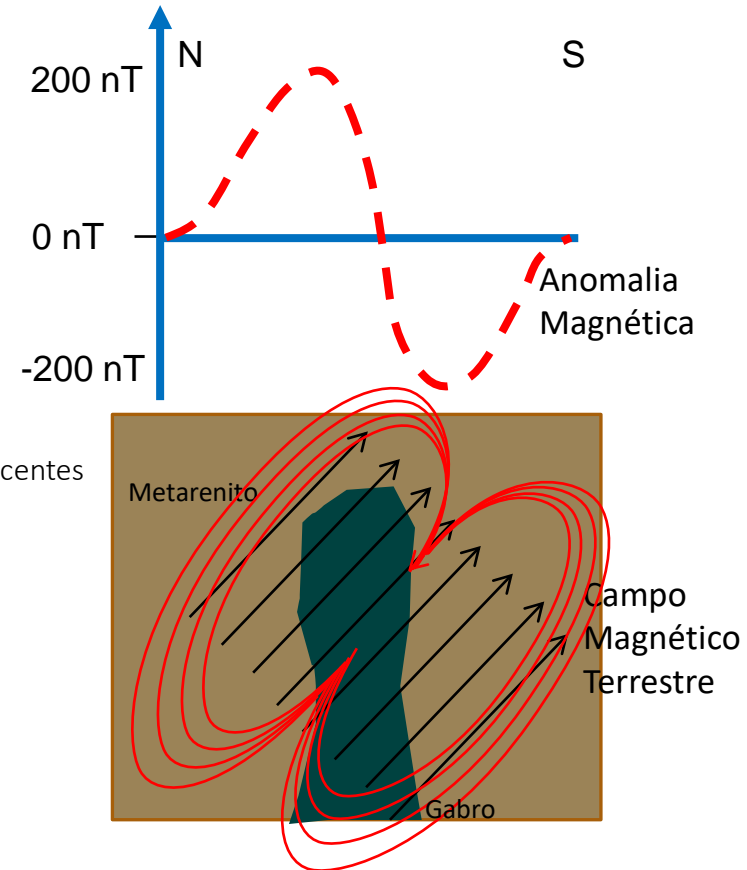
$$\vec{M}_I = \kappa \vec{H}$$



Magnetização nas rochas

- Magnetização induzida (\vec{M}_I)
 - Devido à presença do campo magnético terrestre
 - Rochas com minerais ferromagnéticos
 - Principalmente magnetita
 - Distorção no campo
 - Proporcional ao contraste de Susceptibilidade Magnética de dois meios adjacentes
 - i.e. gabro intrudido em metarenitos

$$\vec{M}_I = \kappa \vec{H}$$



Magnetização nas rochas

- Anomalia magnética

- Magnetização induzida

- Sempre terá um caráter dipolar

- Parte positiva e negativa

- No hemisfério norte

- Positiva ao sul / Negativa ao norte

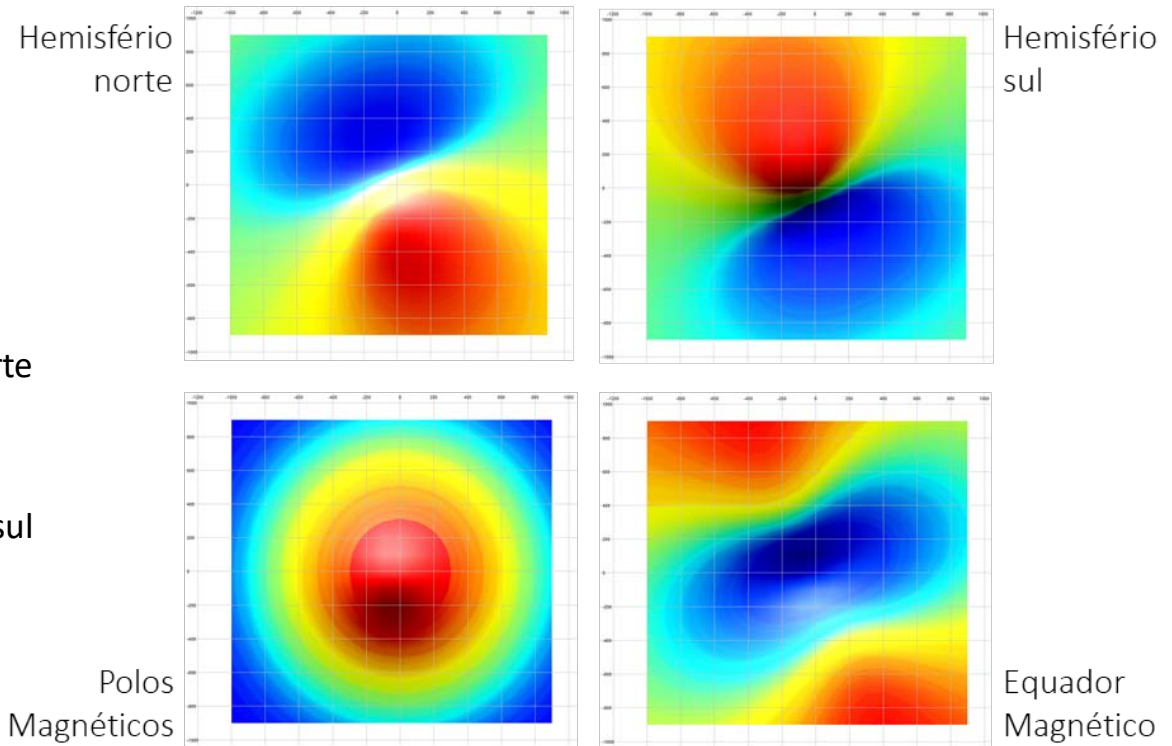
- No hemisfério sul

- Positiva ao norte / Negativa ao sul

- Exceções

- Polos magnéticos

- Equador magnético



Magnetização nas rochas

- Anomalia magnética

- Magnetização Remanescente ou Remanente (\vec{M}_R)

- Materiais ferromagnéticos

- Podem reter uma magnetização do campo na época de algum evento geológico
 - Magnetização Remanescente

- Principais tipos de magnetização remanente

- **Termoremanência ou Natural (NRM)**

- Resfriamento de rochas abaixo da temperatura de Curie (aprox. 600 °C)

- **Isotermal (IRM)**

- Resfriamento rápido de rochas

- **Química (CRM)**

- Alterações químicas nas rochas

- **Detrítica ou Depositional**

- Adquirida na deposição de sedimentos anidros

- **Pós-deposicional**

- Adquirida por efeitos mecânicos após a deposição de sedimentos hidratados

- **Viscosa**

- Adquirida pela exposição a um campo magnético ao longo de um grande período



Magnetita



Ilmenita

Magnetização nas rochas

- Anomalia magnética

- Magnetização Induzida vs. Magnetização Remanente

- É possível ter ambas numa rocha?

- Sim!!

- São grandezas vetoriais

- Magnetização Total

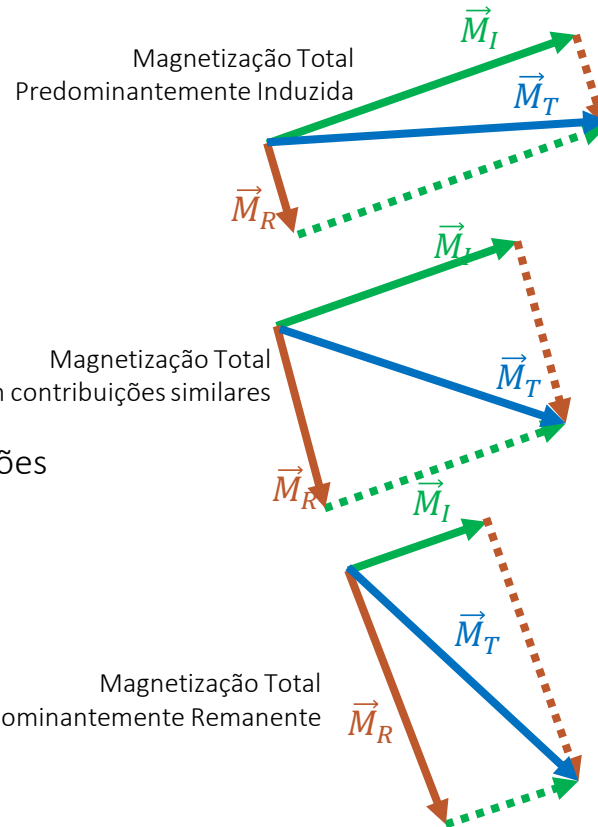
- Resultado na soma vetorial das duas magnetizações

$$\vec{M}_T = \vec{M}_I + \vec{M}_R$$

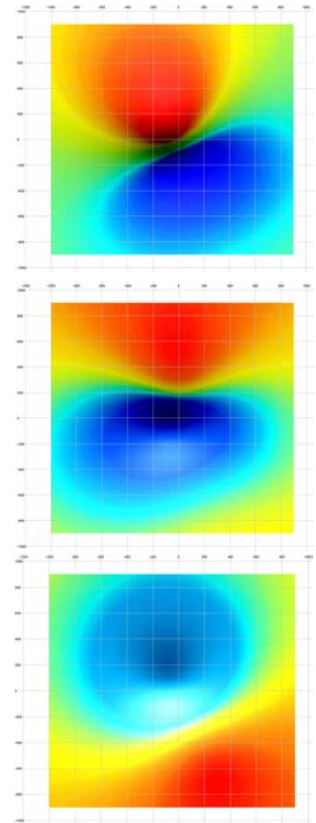
- Relação entre ambas

- Razão de Königsberg

$$Q = \frac{|\vec{M}_I|}{|\vec{M}_R|}$$

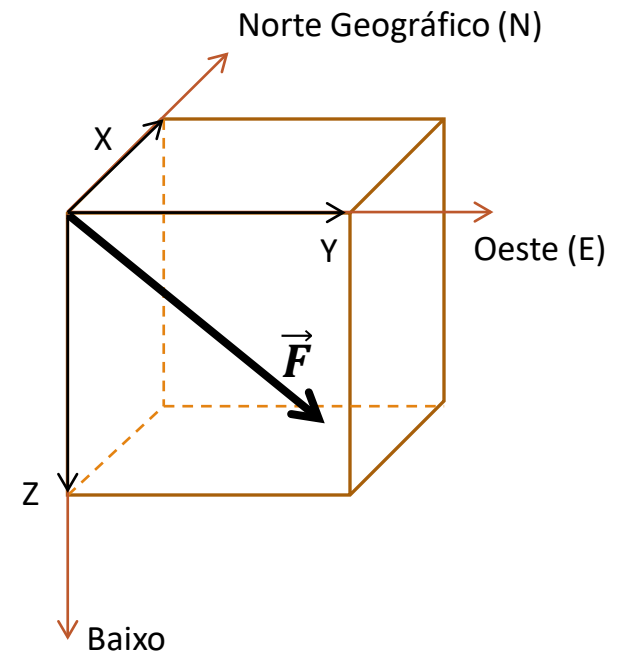


No hemisfério sul



Magnetização

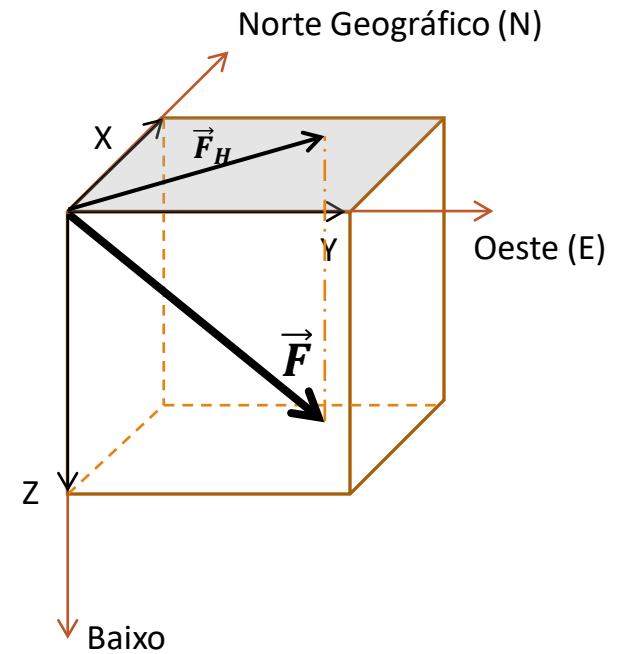
- Componentes
 - Grandeza vetorial (\vec{F})



Magnetização

- Componentes

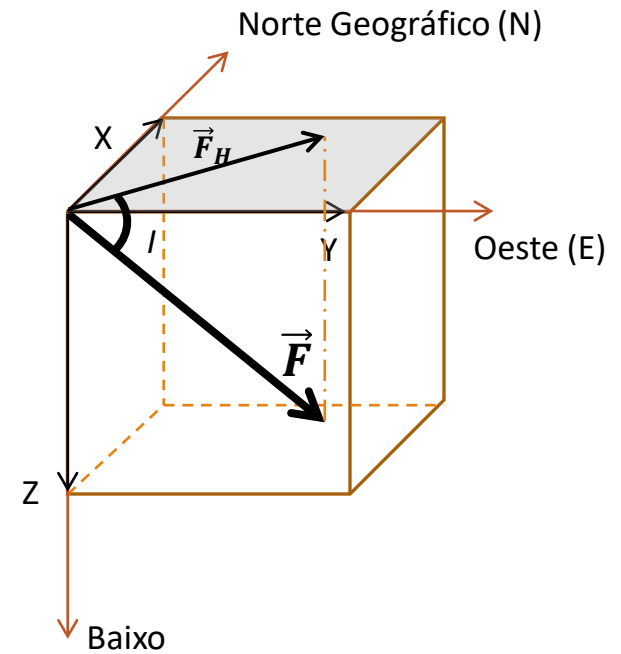
- Grandeza vetorial (\vec{F})
- Projetada na horizontal (\vec{F}_H)



Magnetização

- Componentes

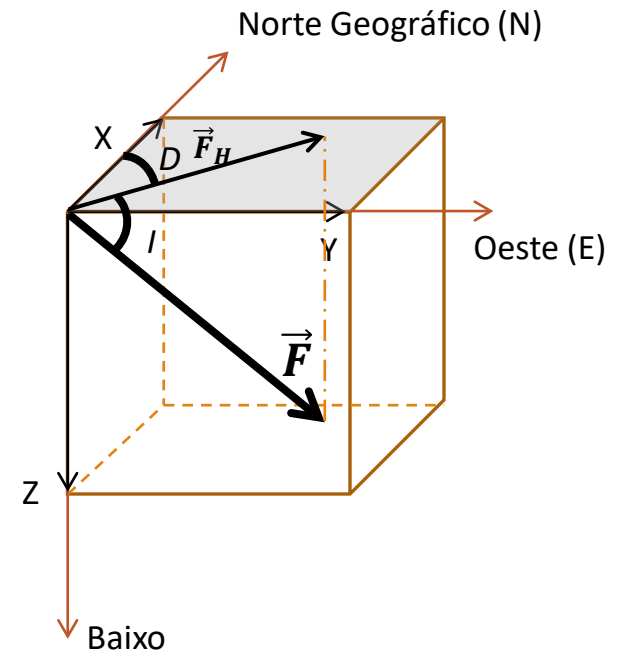
- Grandeza vetorial (\vec{F})
- Projetada na horizontal (\vec{F}_H)
- Ângulo formado entre os dois vetores
- Será a *Inclinação* (I)



Magnetização

- Componentes

- Grandeza vetorial (\vec{F})
 - Projetada na horizontal (\vec{F}_H)
 - Ângulo formado entre os dois vetores
 - Será a *Inclinação* (I)
 - Ângulo formado entre o vetor \vec{F}_H e o Norte Geográfico
 - Será a *Declinação* (D)



Magnetização

- Componentes

- Magnetização e Campo Magnético

- Descrito a partir das componentes

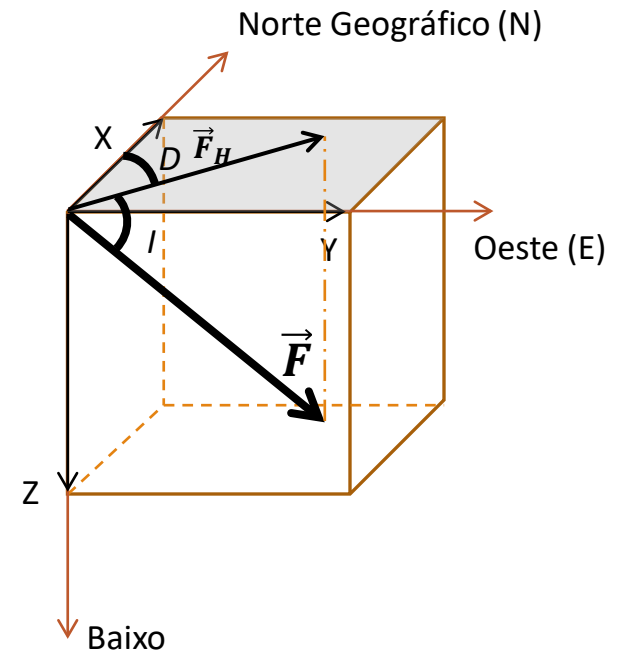
- Inclinação (I)

- Graus

- Declinação (D)

- Graus

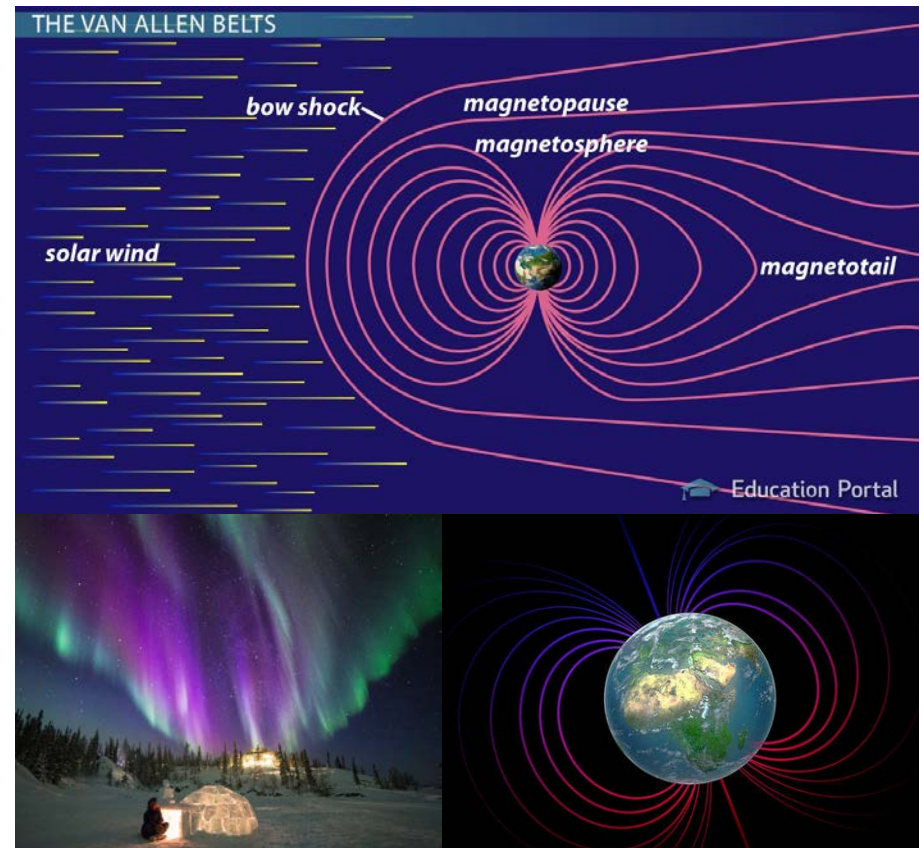
- Intensidade (\vec{F})



Campo Magnético Terrestre (CMT)

- Divisão do CMT

- Campo magnético externo
 - Interação de ventos solares com a magnetosfera
- Campo magnético interno
 - Interações do núcleo externo e interno da Terra
- Magnetização no crosta
 - Principal interesse para prospecção
 - Necessário remover
 - Influência das componentes nuclear e externa



Campo Magnético Terrestre (CMT)

- Divisão do CMT

- Campo magnético interno

- Cerca de 90% do campo da Terra

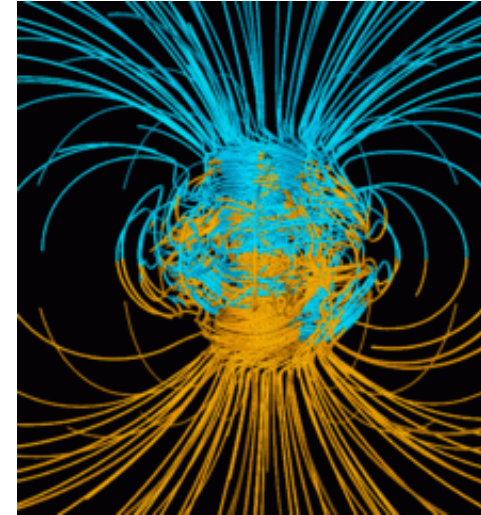
- Origem

- Interações do núcleo externo com o núcleo interno

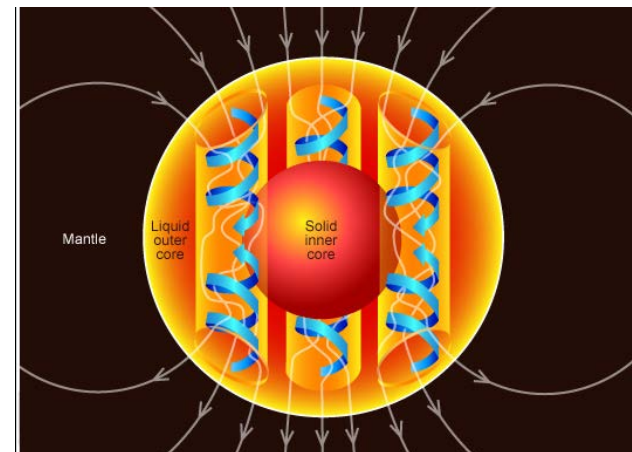
- Sistema complexo de correntes elétricas

- Teoria de células de convecção no núcleo

- Campo heterogêneo



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d5/Geodynamo_Between_Reversals.gif/220px-Geodynamo_Between_Reversals.gif

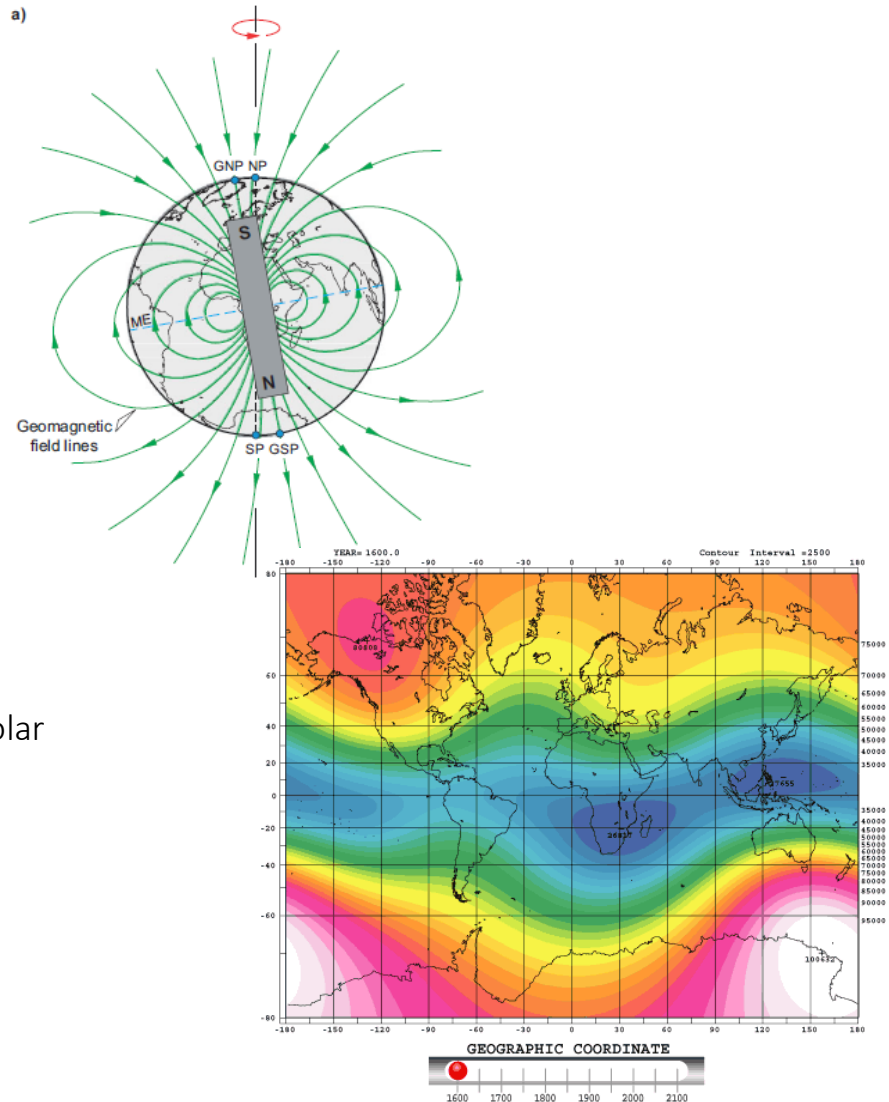


<http://www.abc.net.au/science/articles/2011/11/09/3393965.htm>

Campo Magnético Terrestre (CMT)

• Divisão do CMT

- Campo magnético interno
 - Cerca de 90% do campo da Terra
 - Origem
 - Interações do núcleo externo com o núcleo interno
 - Sistema complexo de correntes elétricas
 - Teoria de células de convecção no núcleo
 - Campo heterogêneo
 - Em grande escala
 - Pode ser aproximado ao um comportamento dipolar
 - Variação secular para oeste
 - Migra no tempo
- Dado em nanoteslas (nT)



Campo Magnético Terrestre (CMT)

- Divisão do CMT

- Campo magnético interno

- Modelos

- International Geomagnetic Reference Field (IGRF)

- International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA)

- Atualizado a cada 5 anos

- Dados

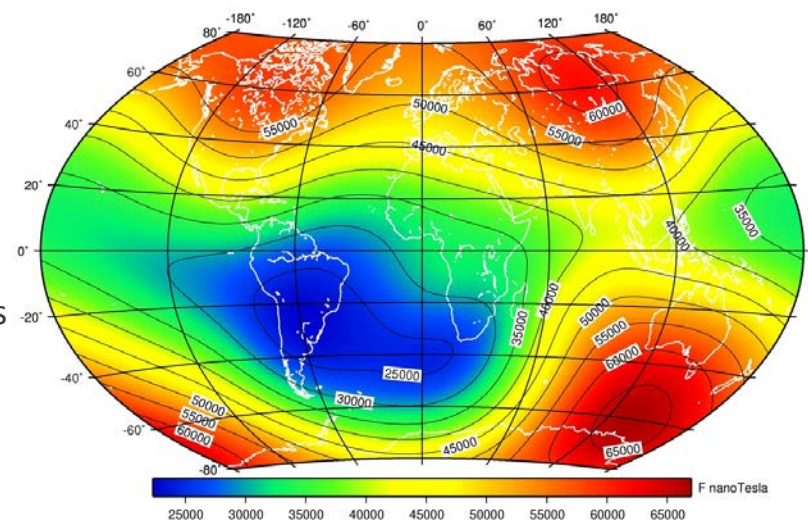
- Satélites

- Ørsted, CHAMP e SAC-C

- Rede mundial de observatórios geomagnéticos

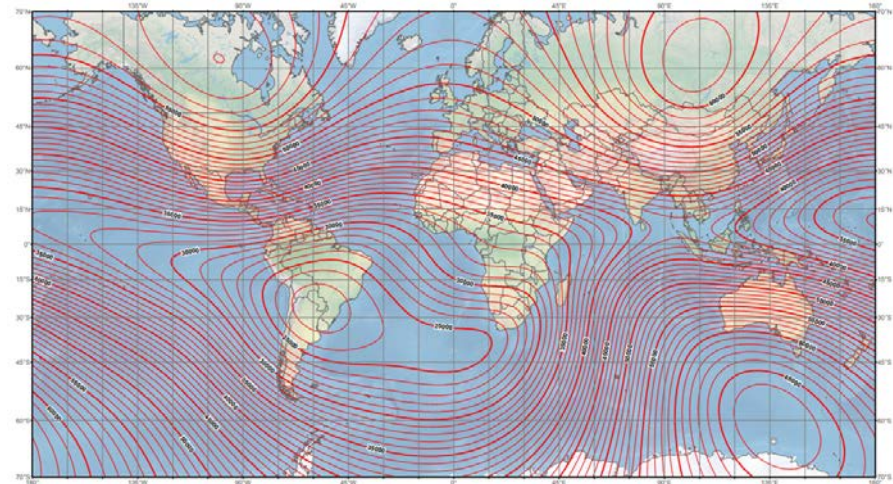
- Expansão de harmônicos esféricos truncada

- Grau 13 com 195 coeficientes



Campo Magnético Terrestre (CMT)

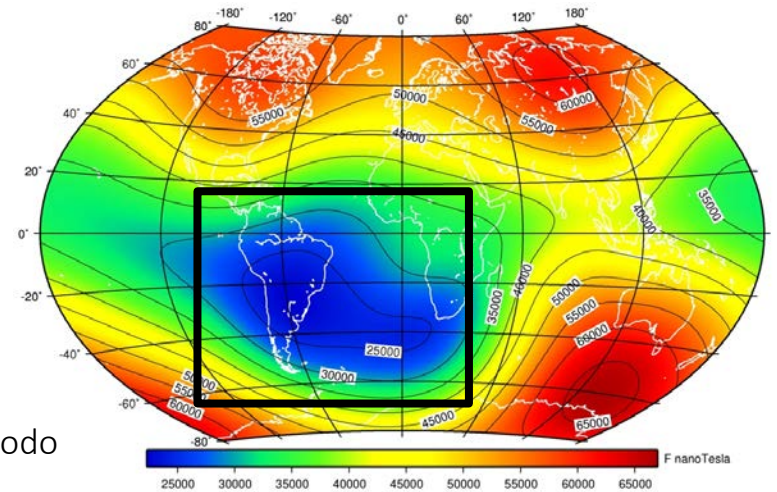
- Divisão do CMT
 - Campo magnético interno
 - Modelos
 - World Magnetic Model (WMM)
 - National Geophysical Data Center e British Geological Survey
 - Utilizado por
 - Departamento de Defesa dos EUA
 - Ministério da Defesa do Reino Unido
 - OTAN
 - Sistemas de navegação (GPS)
 - Expansão de harmônicos esféricos truncada
 - Grau 12 com 168 coeficientes



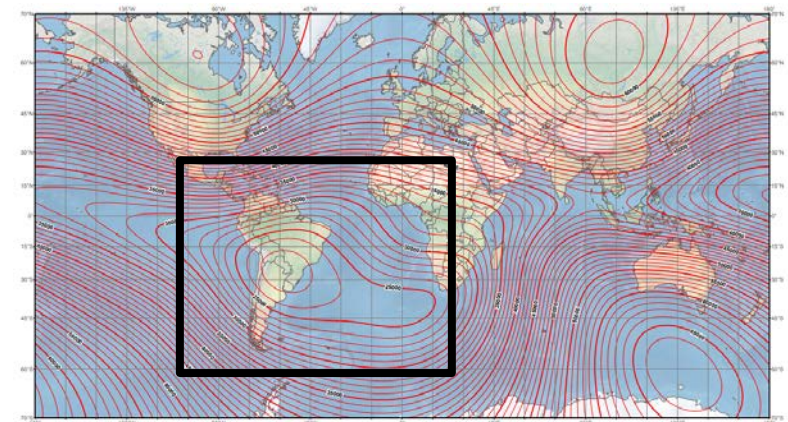
Campo Magnético Terrestre (CMT)

- Divisão do CMT

- Campo magnético interno
 - Anomalia do Atlântico Sul
 - Baixo valor da intensidade do campo magnético interno
 - Cobre boa parte da América do Sul
 - Chega a 3x menor que em regiões de tradição no método
 - Austrália
 - Canadá
 - Torna a magnetização remanente importante
 - Dificultando o processamento e interpretação



<http://www.gemag.bgs.ac.uk/images/Fodorulul.jpg>



https://www.ngdc.noaa.gov/gemag/WMM/data/WMM2015W/10102015_T_JfndrC.pdf

Magnetômetros

- Precessão de Prótons
 - Núcleo do Átomo de Hidrogênio
 - Sob um campo magnético externo
 - Muda a orientação de seu eixo de rotação
 - Seu momento magnético é proporcional ao momento angular do seu spin
 - Medição
 - Momento angular do núcleo
 - Intensidade do momento magnético
 - Campo magnético



Magnetômetros

- Vapor de Cs, Rb ou Na
 - Elétrons dos átomos de elementos alcalinos
 - Princípio do efeito fotoelétrico
 - Elétrons se deslocam de níveis de energia com a aplicação de fótons
 - Iluminação poro emissor de fótons
 - Elétrons do vapor se deslocam de nível de energia
 - Saturando de elétrons os níveis mais altos de energia
 - Fótons atravessam livremente o vapor sem transferir elétrons
 - Magnetômetro “zerado” e pronto para as medições
 - No levantamento
 - O campo magnético estabelece uma diferença de energia entre os níveis de energia
 - Elétrons a se deslocam novamente
 - Quantidade de fótons a atravessarem livremente o vapor e sensibilizarem o detector de fótons
 - Indicaram a intensidade do campo magnético



Magnetômetros

- Fluxgate

- 4 bobinas montadas sobre 2 núcleos de ligas metálicas

- Geram 2 campos de igual intensidade mas com direções contrárias

- Ligas metálicas

- Alta susceptibilidade

- Baixa remanência

- Produção de um campo magnético induzido forte em cada núcleo

- Quando uma corrente é aplicada em um dos pares de bobinas

- Funcionamento

- Interferência de um campo externo sobre o sistema de 2 campos contrários

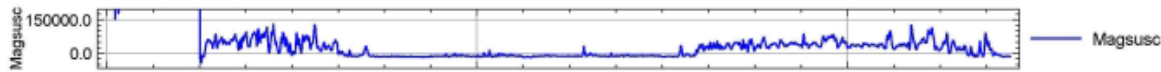
- Indicam a intensidade do campo magnético



Aquisições de dados

- Perfilagens

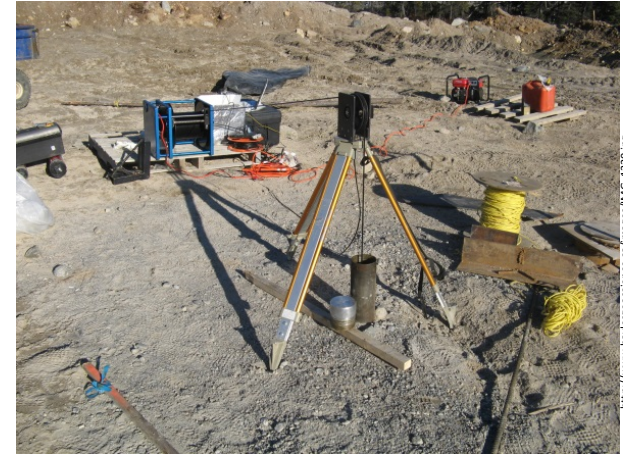
- Aquisição ao longo de um poço
- Susceptibilidade magnética
- Intensidade do Campo Total



http://www.hayesgeoscience.ca/images/r2-49d_figedit.jpg

- Levantamentos Terrestres

- Equipamento carregado por um operador
- Intensidade do Campo Total
- Gradiente Magnético



http://www.hayesgeoscience.ca/images/MGC_1320.jpg



<http://modernmagnetic.com/wp-content/uploads/2013/06/2007-Ground-Magnetics-Gill-slide-on-all.jpg>

Aquisições de dados

- Levantamentos Transportados

- Aquáticos e Aéreos

- Dados

- Intensidade do Campo Total

- Gradiente Magnético



http://www.geophysik.uni-bremen.de/fst/at/sch/holder/264/Magnetik_Ostsee.png



<http://www.epmag.com/Magazine/2011/5/Images/potentialfields/Aeromagnetic.png>

Aquisições de dados

- Levantamentos de campo total ou direcional

- Utilização de 2 magnetômetros:

- Base

- Medição da variação diurna do campo externo

- Permanece em um local afastado de quaisquer interferências magnéticas

- Itinerante

- Faz as medições sobre o alvo/região de interesse

- Gradiometria Magnética

- Utilização somente do gradiômetro

- Maior aplicação em alvos de pequeno porte

- i.e. Arqueologia, Eng. Civil, etc.



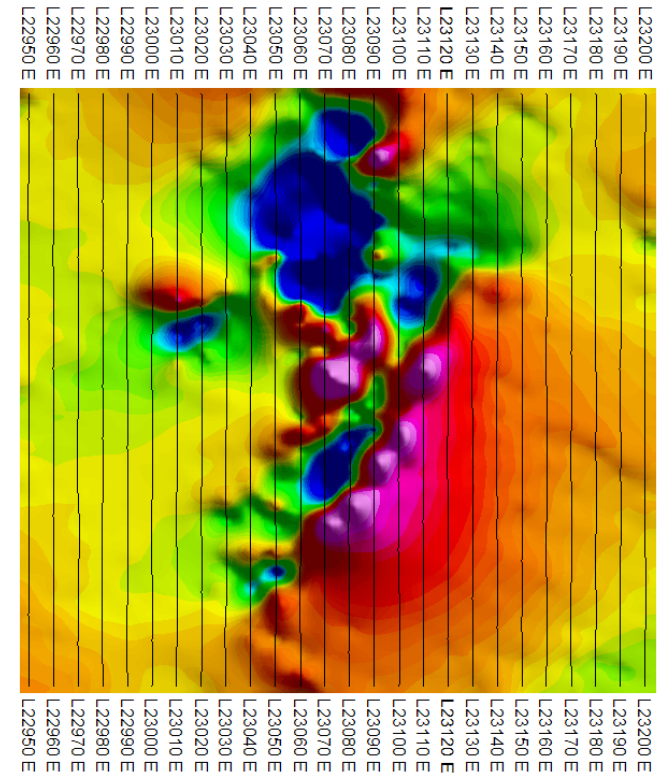
Aquisições de dados

- Principais fontes de ruído
 - Tempestades magnéticas
 - Altos gradientes de campo magnético
 - Saturando a capacidade do sensor
 - Objetos metálicos
 - Fios e cabos energizados



Aquisições de Dados

- Idealmente
 - Linhas de levantamento
 - Paralelas
 - Ortogonais à direção da estrutura/alvo
 - Espaçamento regular
- Levantamentos transportados
 - Comumente na direção N-S
 - Linhas paralelas
 - Linhas de controle para nivelamento
 - Espaçamento entre pontos
 - Aproximadamente regular em pelo menos uma direção
- Levantamentos terrestres
 - Acompanha estradas e regiões de mais fácil acesso
 - Levantamento irregular

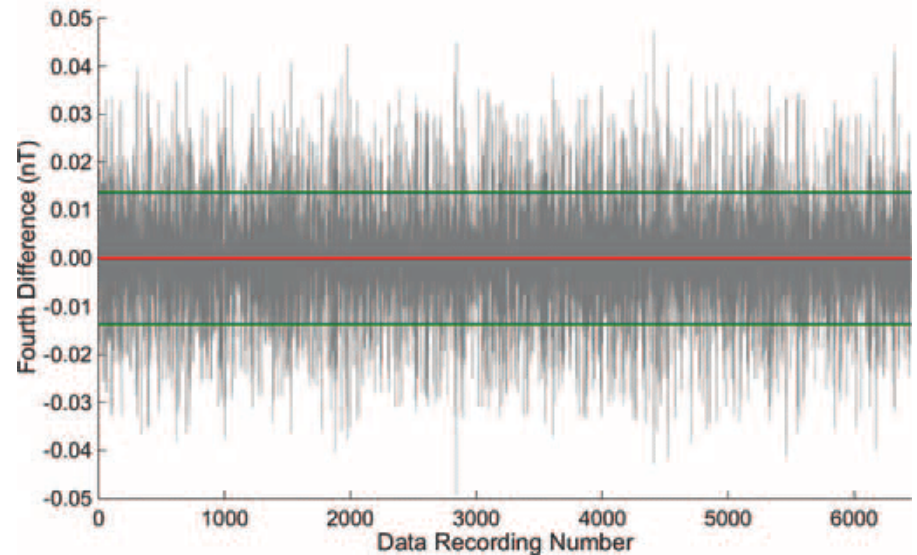


Aquisições de Dados

- Processo
 - 1) Checar se está havendo uma tempestade magnética
 - <https://www.swpc.noaa.gov/phenomena/geomagnetic-storms>
 - 2) Avaliar possíveis fontes de ruído na área
 - 3) Instalar e inicializar o magnetômetro base
 - 4) Inicializar o magnetômetro itinerante e o GPS
 - 5) Sincronizar os horários dos equipamentos
 - 6) Realizar o levantamento
 - 7) Finalizar o levantamento e extração dos dados

Pré-processamento

- Controle de Qualidade (QC)
 - Análise preliminar dos dados
 - Remoção de spikes
 - Cercas, prédios, etc.
 - Avaliação
 - Qualidade do sinal
 - Eventuais problemas nos equipamentos



Processamento

- Correções

- Paralaxe

- Dados transportados
 - Diferença dos tempos de medição
 - Magnetômetro e Altímetro x GPS

- Remoção da Variação Magnética Diurna

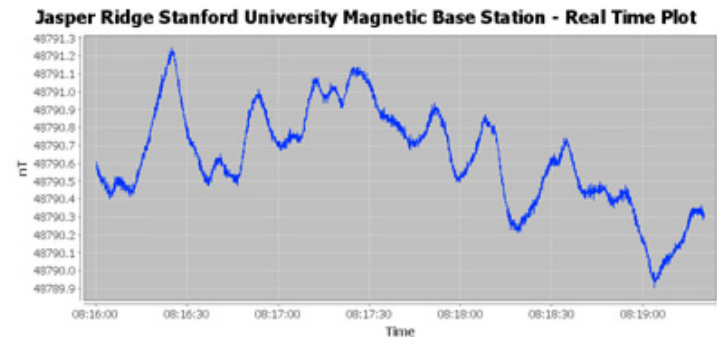
- Campo magnético externo
 - Interação de ventos solares com a ionosfera
 - Registrada pelo magnetômetro base

- Remoção do IGRF

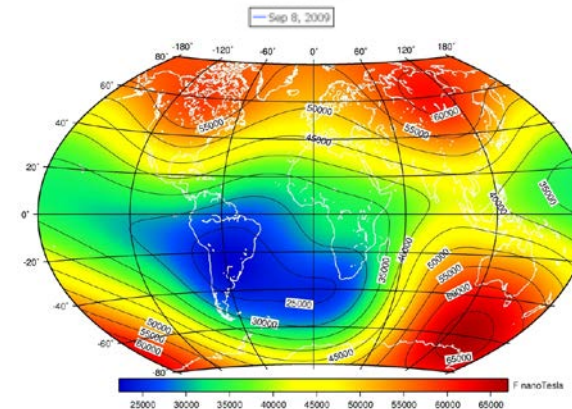
- Campo magnético interno
 - Elimina a componente nuclear do campo medido



<http://www.microsurvey.net/english/images/foodyki.p>



<http://www.geomtrics.com/assets/images/jasperblue.jpg>



<http://imgur.com/2818u08>

Pré-processamento

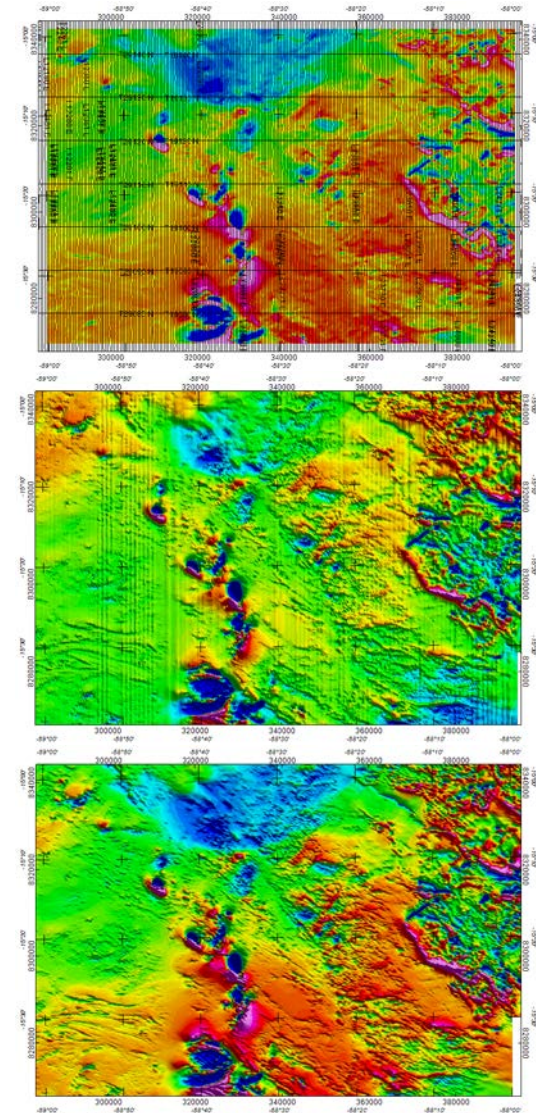
- Correções

- Nivelamento

- Uso de Linhas de Controle (tie-lines)
 - Perpendiculares às linhas de levantamento
 - Pontos de amarração para os dados medidos
 - Magnéticos
 - Altitude

- Micronivelamento

- Nivelamentos deixa resíduos no mapa
 - Normalmente na mesma direção das linhas de levantamento
- Técnicas matemáticas para minimizar o efeito destes resíduos
 - Aplicação de filtro Butterworth
 - Tamanho de banda variável com o espaçamento dos dados
 - Aplicação de cosseno direcional
 - Direção ortogonal às linhas de levantamento



Processamento

- Gridagem

- Interpolação em uma superfície plana

- Métodos de interpolação

- Mínima Curvatura

- Krigging

- Inverso da Distância

- Triangulação

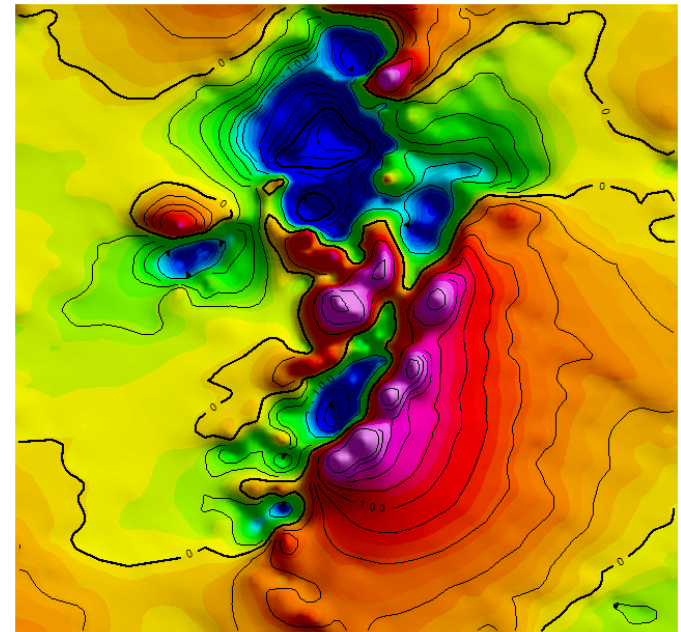
- Tamanho da célula interpolada

- $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ do espaçamento entre linhas de levantamento

- Maior eficiência

- Traçado de contorno

- Linhas de isovalores são de grande valia para a análise de mapas



Filtragem

- Realce
 - Suas aplicações ocorrem comumente no domínio de Fourier
 - Separação Regional Residual
 - Delimitação de Limites Laterais
 - Estimativa de Profundidades
 - Redução ao Polo

Filtragem

- Separação Regional-Residual

- Técnicas de filtragem

- Remoção de comprimentos de onda sem interesse para a interpretação

- Realçando as características das anomalias-alvo

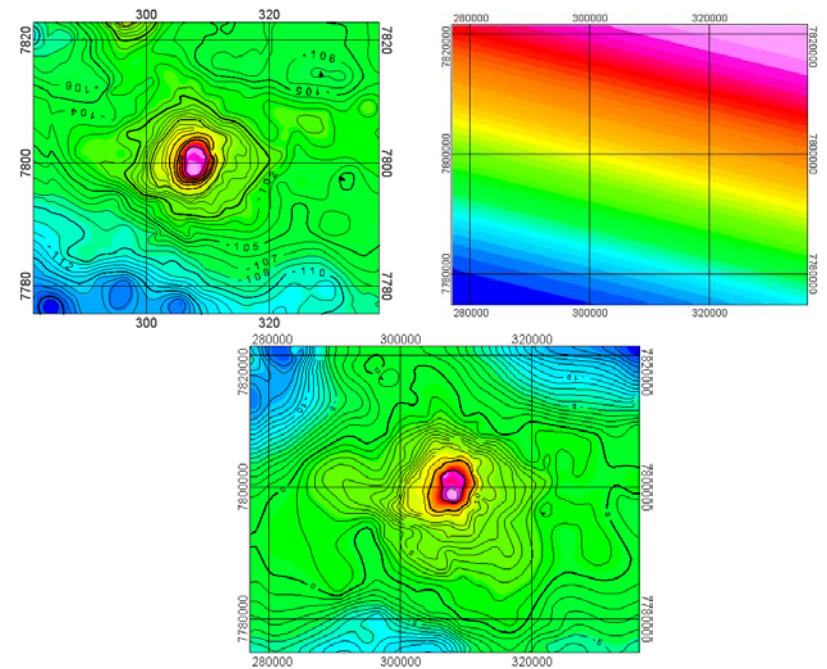
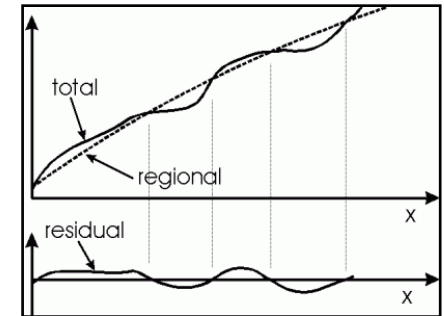
- Filtros e Técnicas Associadas

- Passa-Banda (Passa-Alta ou Baixa)

- Upward Continuation

- Espectro de Potência

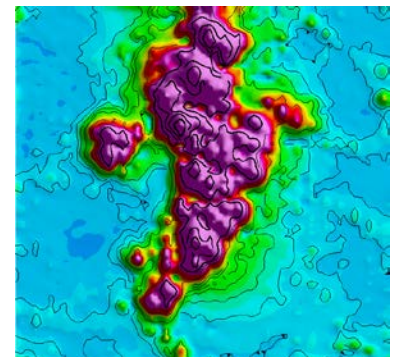
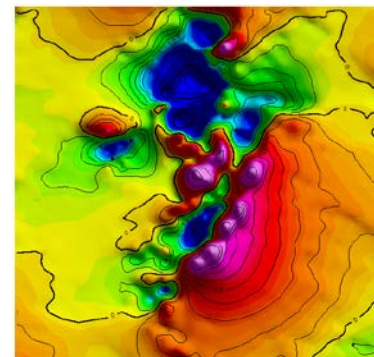
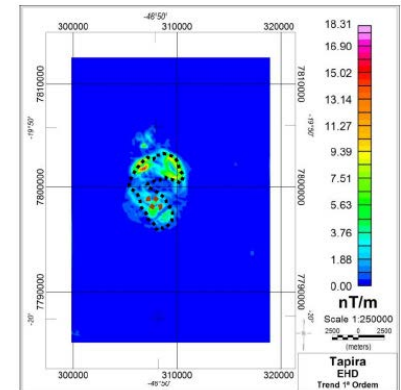
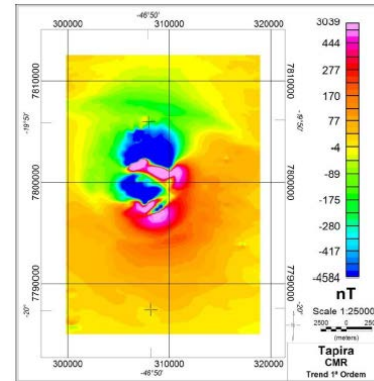
- Polinomial



Filtragem

- Delimitação de limites laterais
 - Sinal magnético
 - Não permite identificação direta dos limites laterais de suas fontes anômalas
 - Técnicas de gradientes direcionais do campo
 - Derivadas Direcionais
 - Sinal Analítico (2D e 3D)

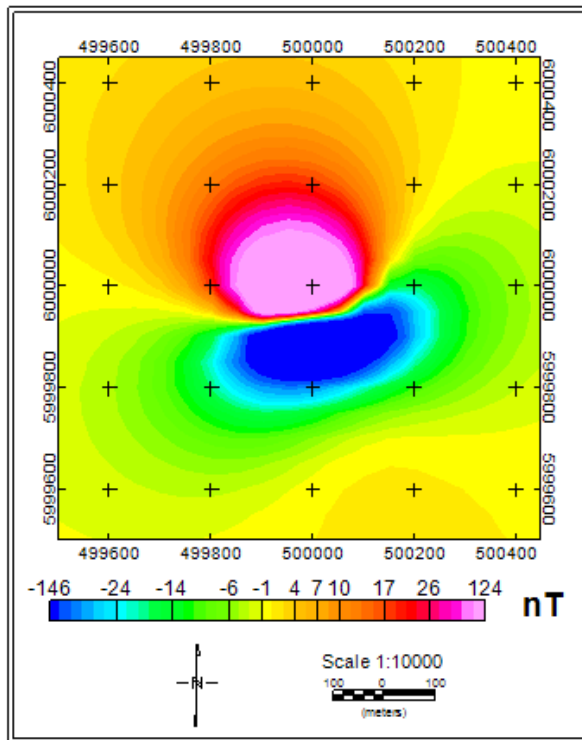
$$SA_{2D} = \sqrt{\left(\frac{\partial A_B}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial A_B}{\partial y}\right)^2}$$
$$SA_{3D} = \sqrt{\left(\frac{\partial A_B}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial A_B}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial A_B}{\partial z}\right)^2}$$



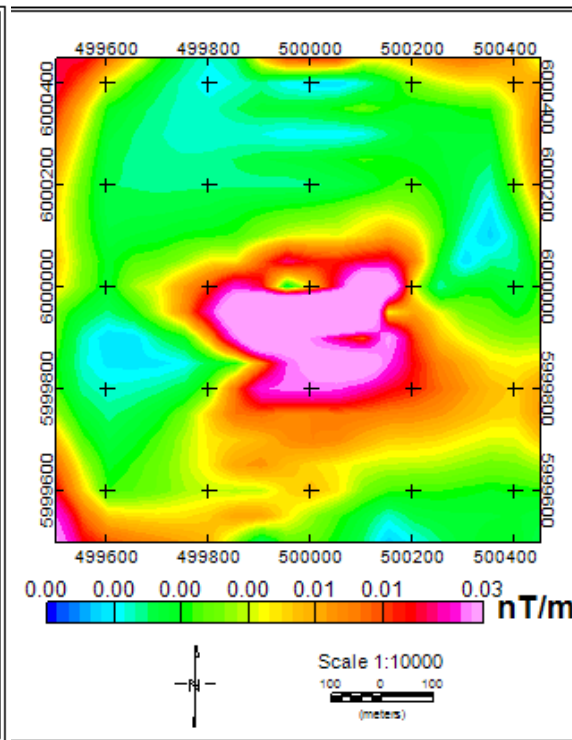
Filtragem

- Delimitação de limites laterais

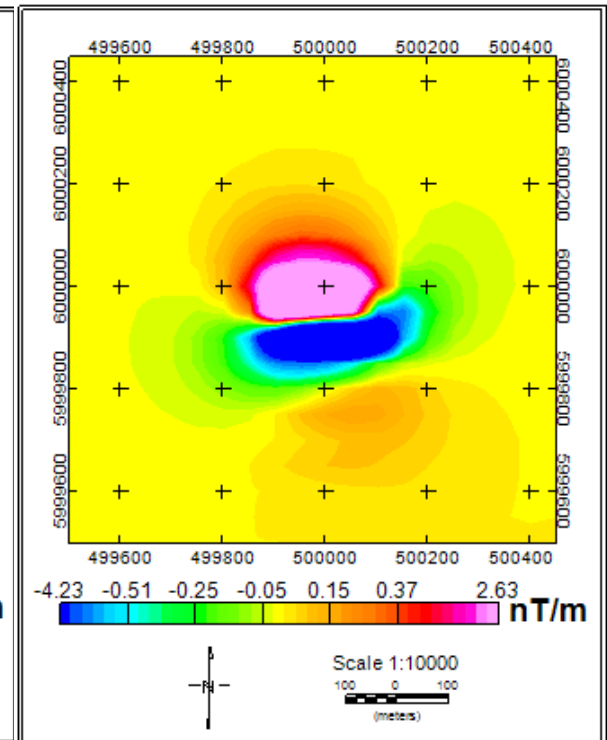
Campo Mag Total



Derivada Horizontal



Derivada Vertical



Filtragem

- Lineamentos magnéticos

- Durante qualquer filtragem de dados

- Superfície é assumida como periódica e pode ser expressa na forma

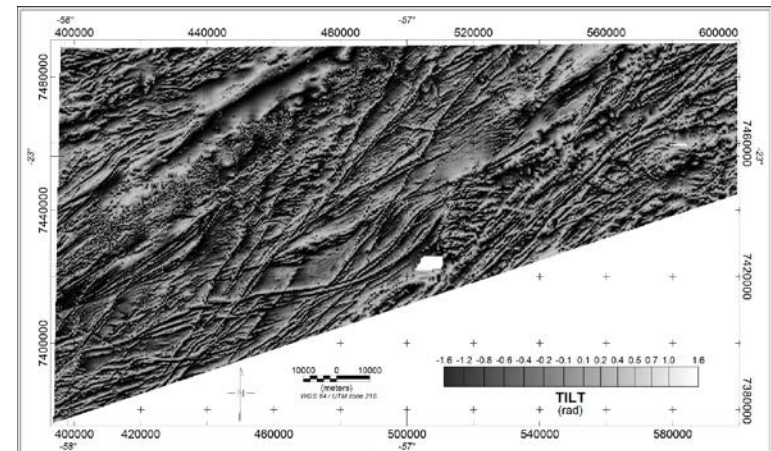
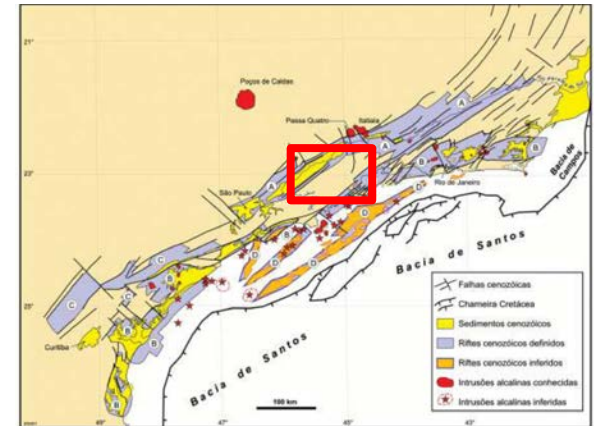
$$B(\lambda) = Ae^{-k\lambda}$$

- Fase do Sinal Analítico

- Decomposição da função do sinal analítico em Amplitude e Fase

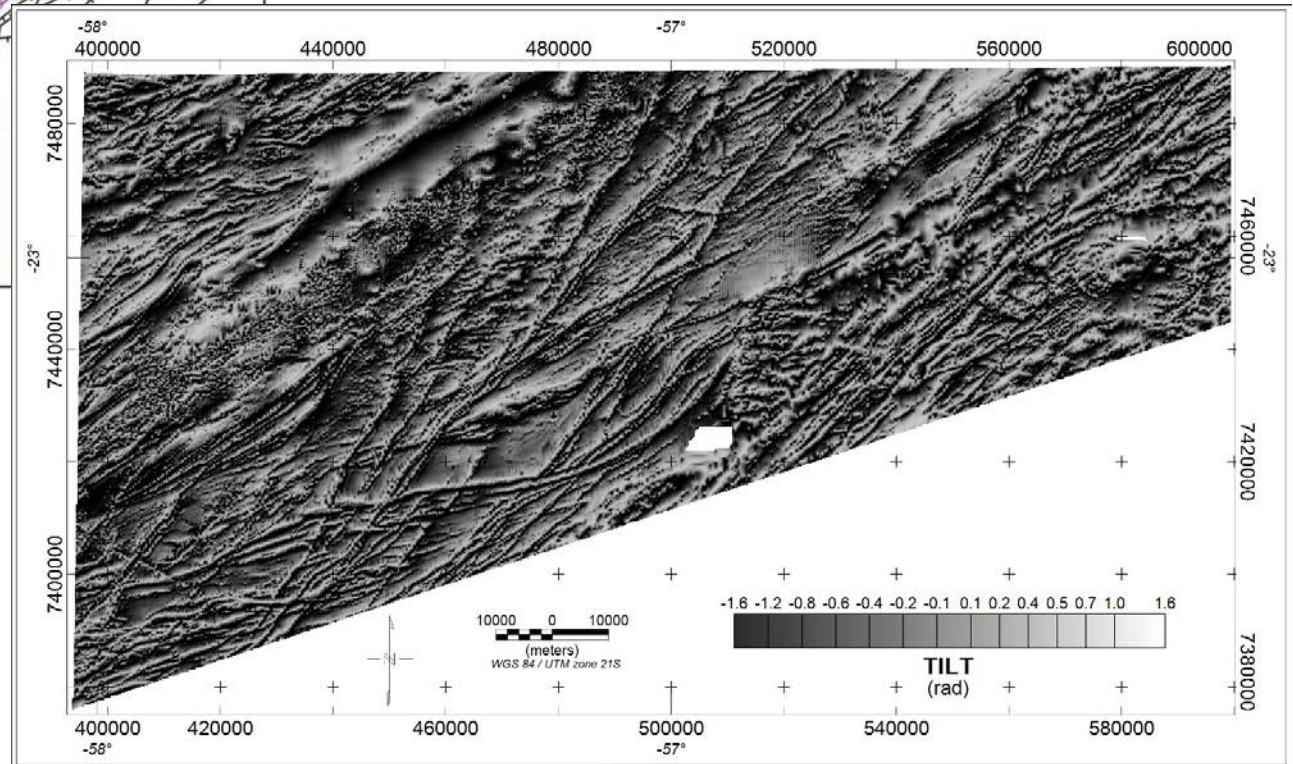
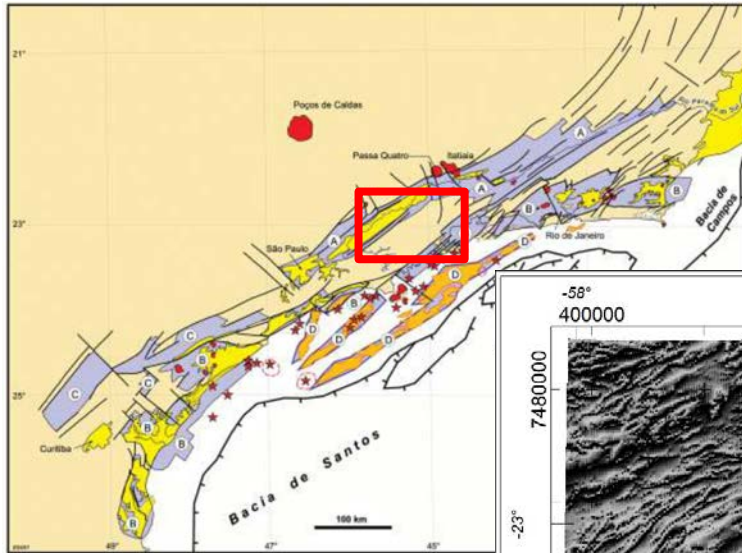
$$Tilt = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{\partial H}{\partial z}}{\sqrt{\frac{\partial H^2}{\partial x} + \frac{\partial H^2}{\partial y}}} \right)$$

- Utilizado para interpretar elementos estruturais



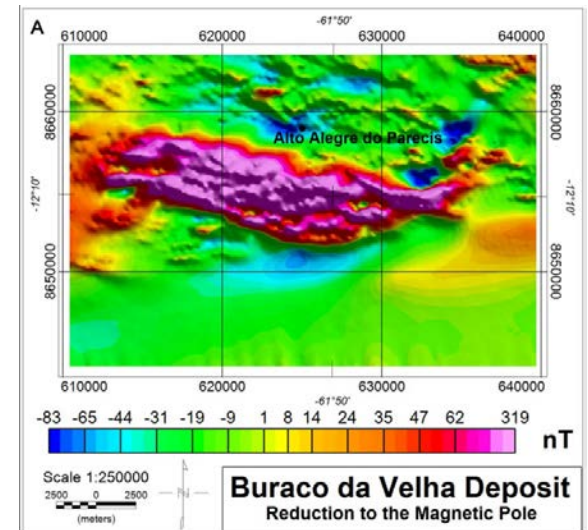
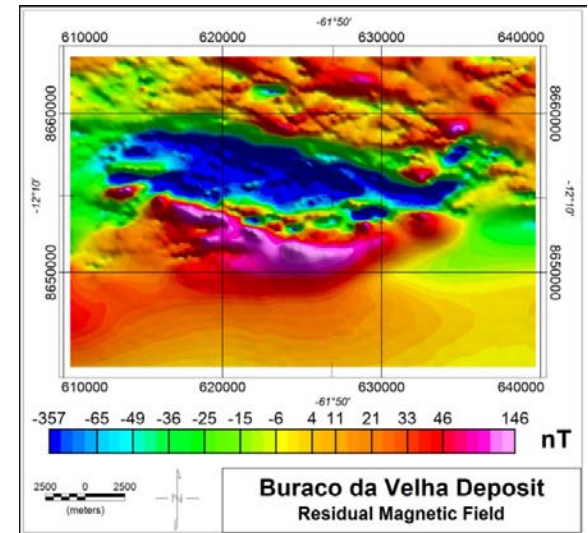
Filtragem

- Lineamentos magnéticos



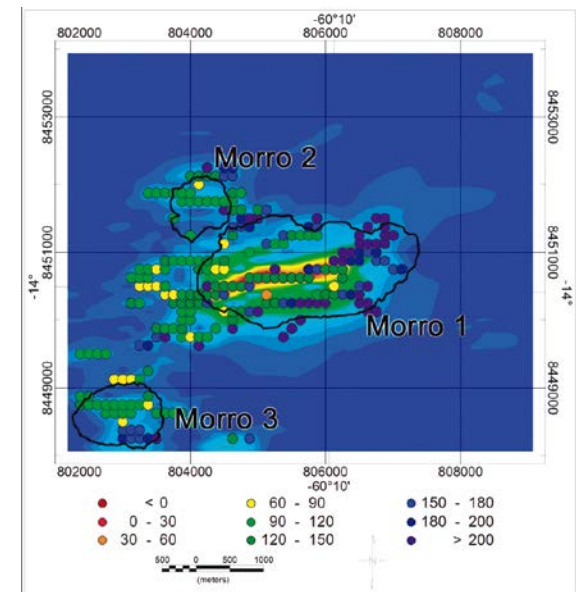
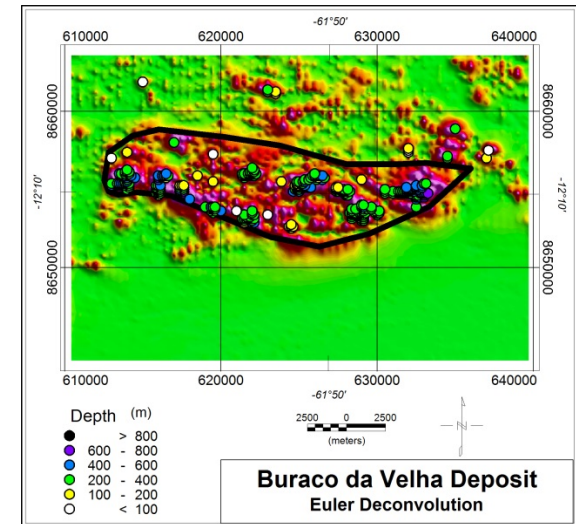
Filtragem

- Redução ao Polo (RTP)
 - Filtragem simplificar a interpretação da anomalia
 - Similaridade com a anomalia gravimétrica
 - Simula o comportamento da anomalia no polo magnético
 - Reduz o comportamento da anomalia dipolar
 - Para um sinal positivo centrado sobre a fonte anômala
 - Dependência direta
 - Existência de magnetização remanente significativa



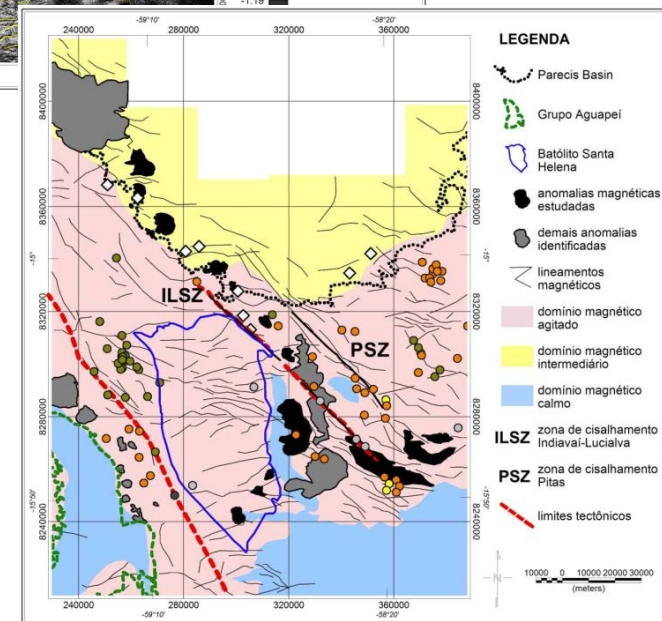
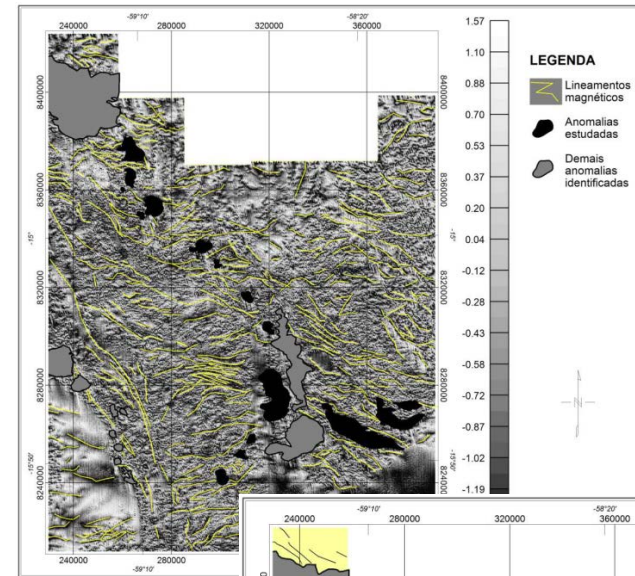
Filtragem

- Estimativa de Profundidades
 - Ambiguidade do método para identificar profundidades
 - Estimativas sobre a profundidade da fonte da anomalia
- Eficientes
 - Na ausência de magnetização remanente significativa
- Algumas técnicas
 - Deconvolução de Euler
 - Tilt-Depth



Interpretação

- Estabelecimento do alvo
 - Fundamental para a interpretação de mag
- Alvos Regionais (Tectônica Local)
 - Delimitação de lineamentos magnéticos
 - Zonas de cisalhamento e suturas
 - Identificação de grandes estruturas
 - Corpos profundos



Interpretação

• Interpretação

◦ Modelagem Direta

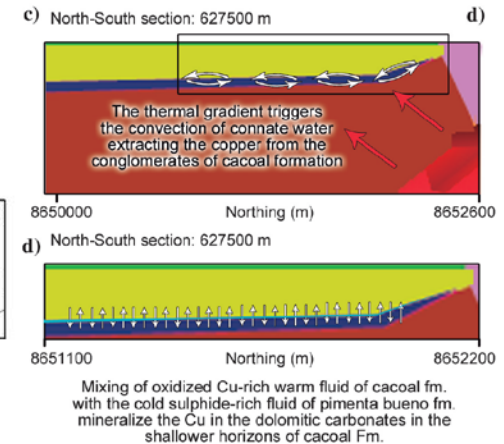
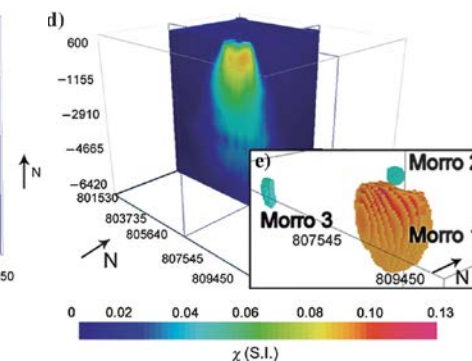
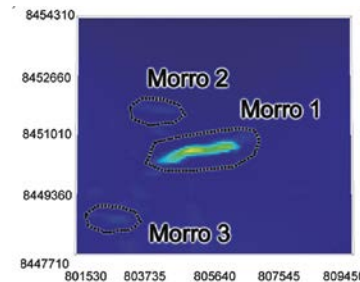
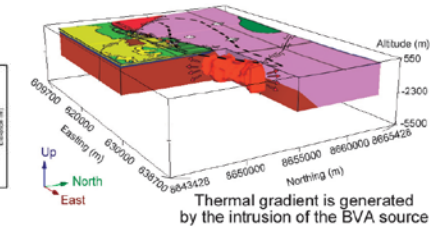
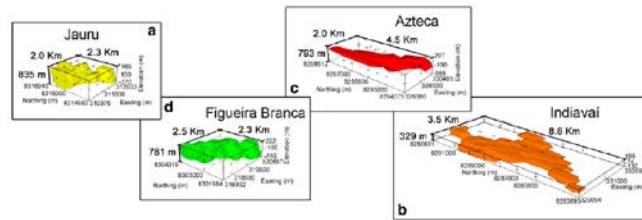
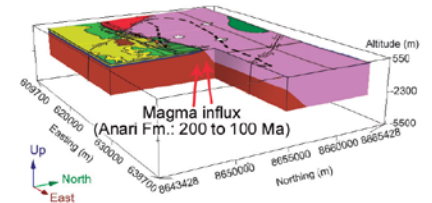
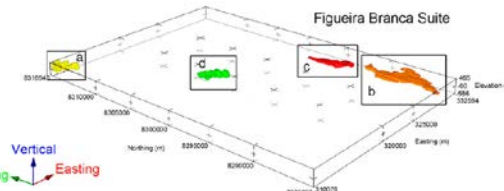
- 2D ou 3D
- Usuário cria o modelo ajustando ao sinal

◦ Inversão

- 2D ou 3D
- Usuário entra com os dados
- Programa busca uma solução

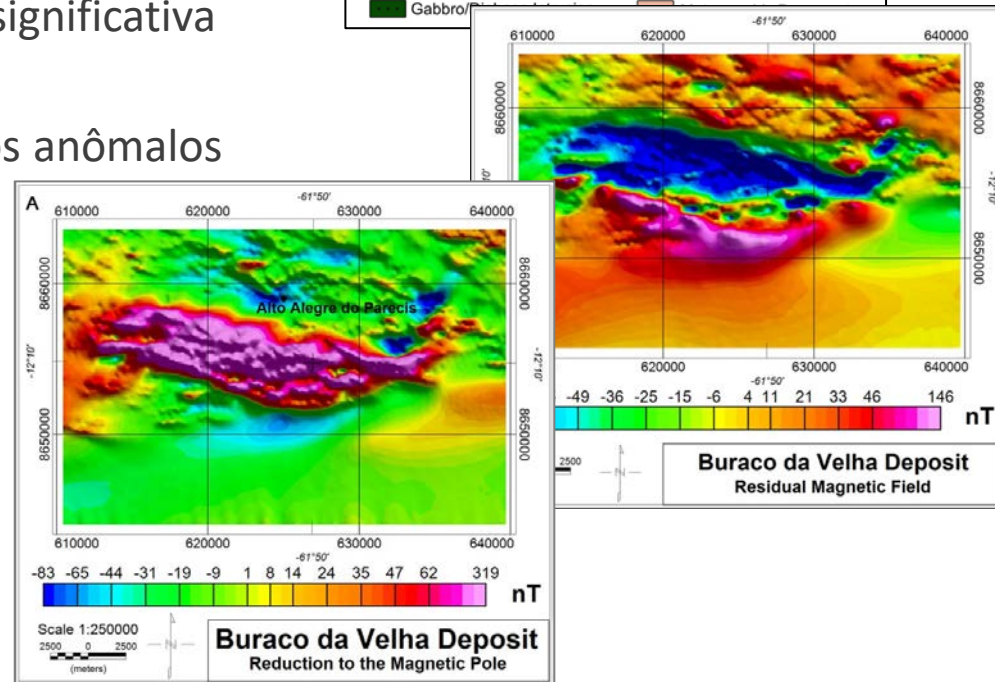
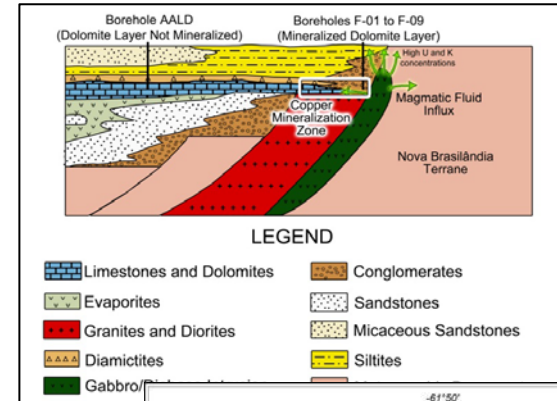
◦ Vínculos

- Sempre necessários
- Geologia
- Petrofísica
- Geoquímica
- Tectônica
- Outros métodos geofísicos



Interpretação

- Estabelecimento do alvo
 - Fundamental para a interpretação de dados magnéticos
- Alvos Locais
 - Presença de magnetização remanente significativa
 - Delimitação de limites laterais de corpos anômalos
 - Estimativas de profundidade e volume
 - Corpos rasos

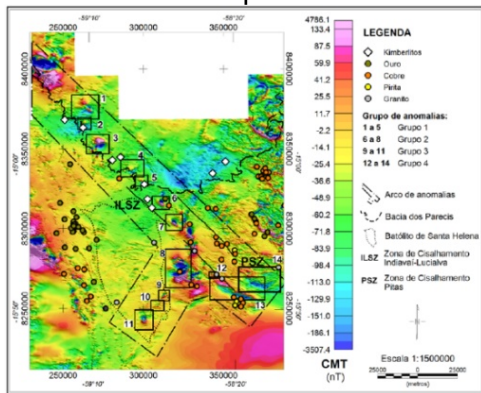


Interpretação

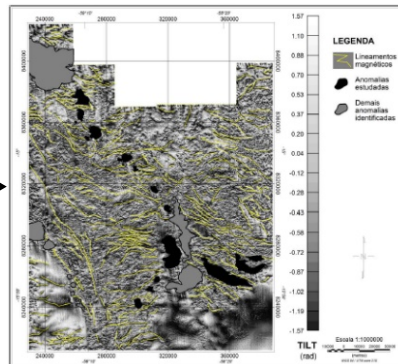
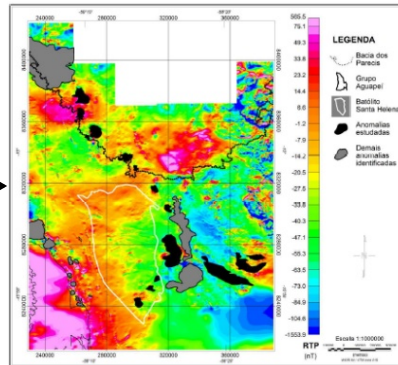
- Estabelecimento do alvo

Avaliação das anomalias

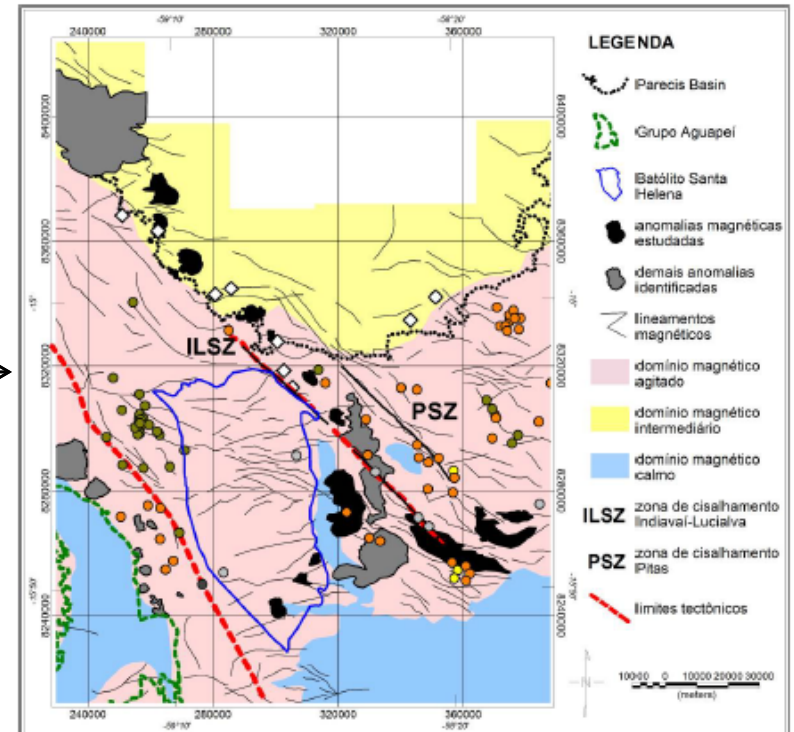
+
AAS



RTP + Tilt

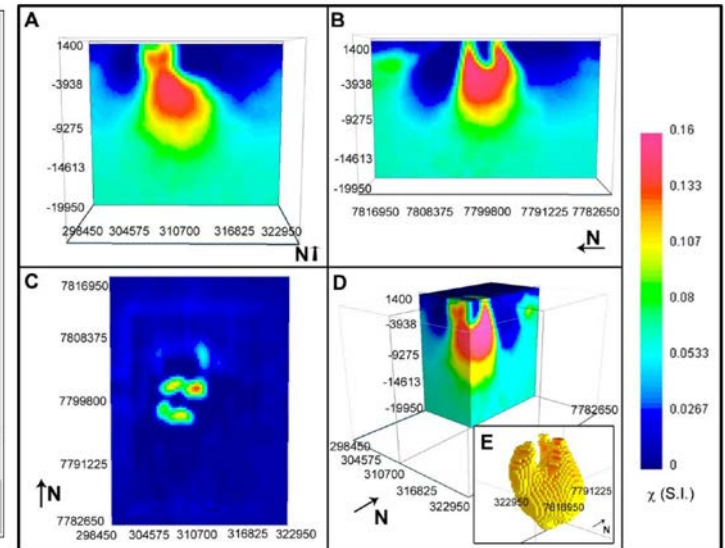
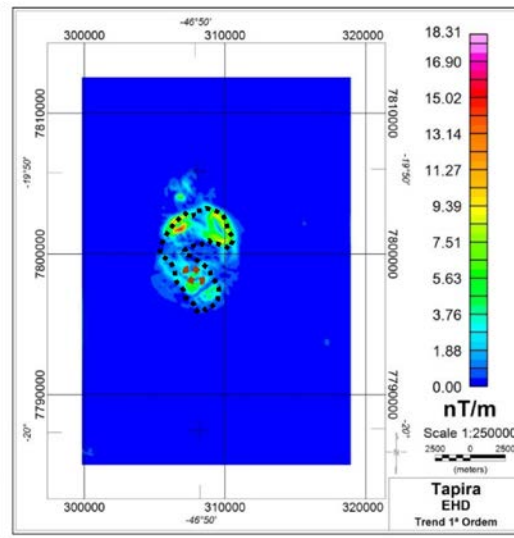
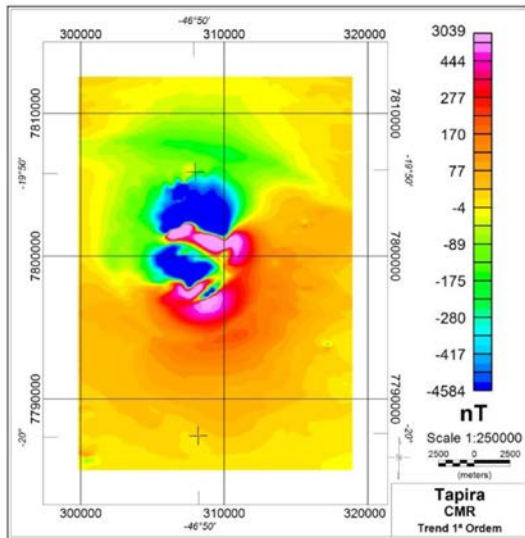


Avaliação estrutural da região



Cases

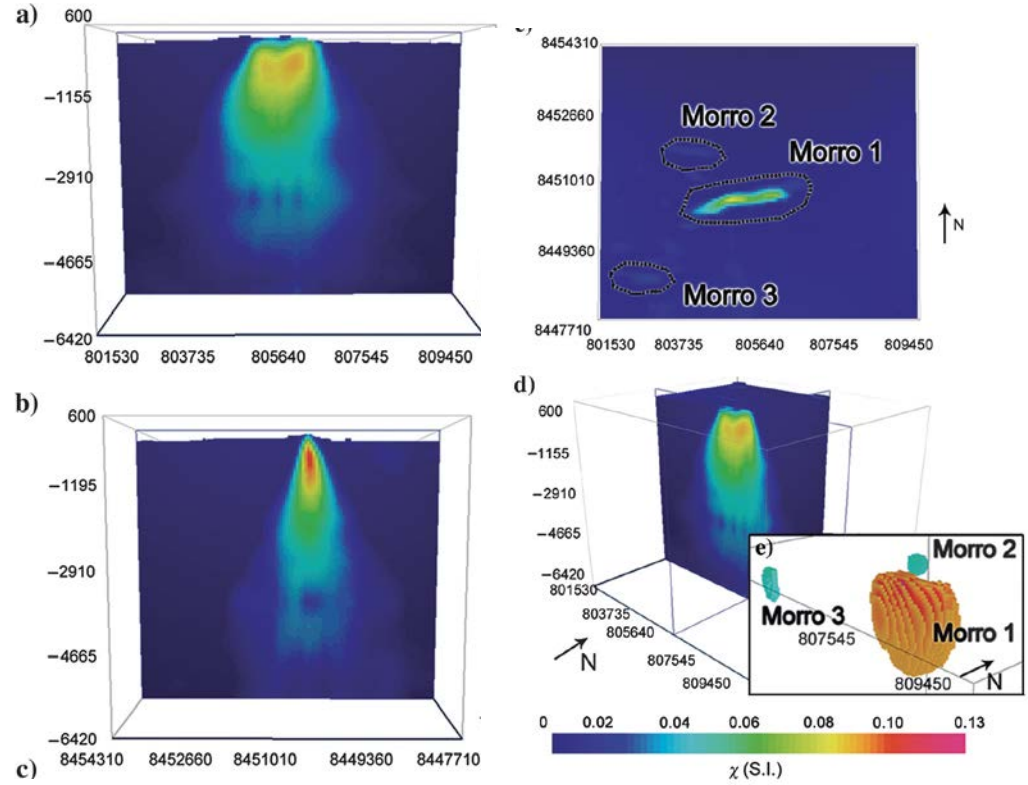
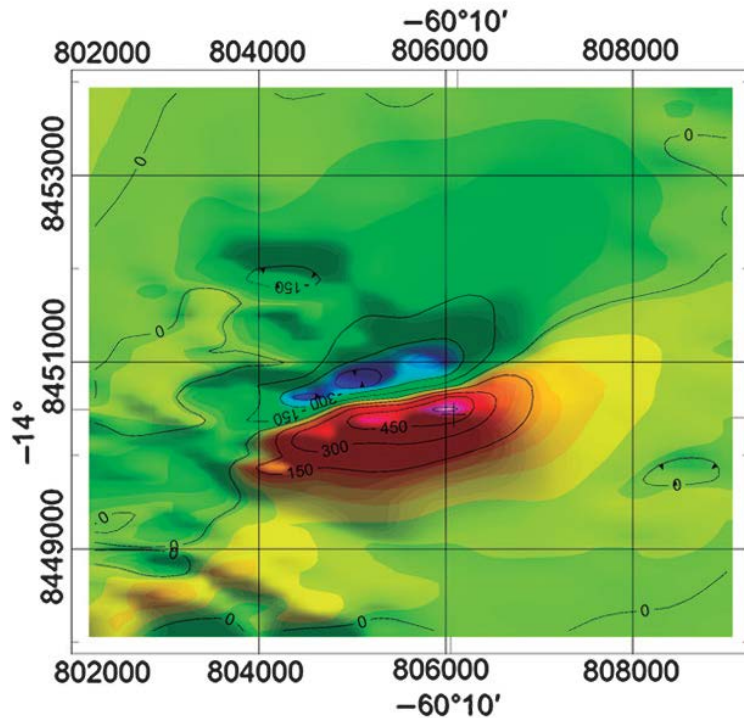
- Intrusão alcalina
 - Tapira (MG)



Cases

- Ni laterítico

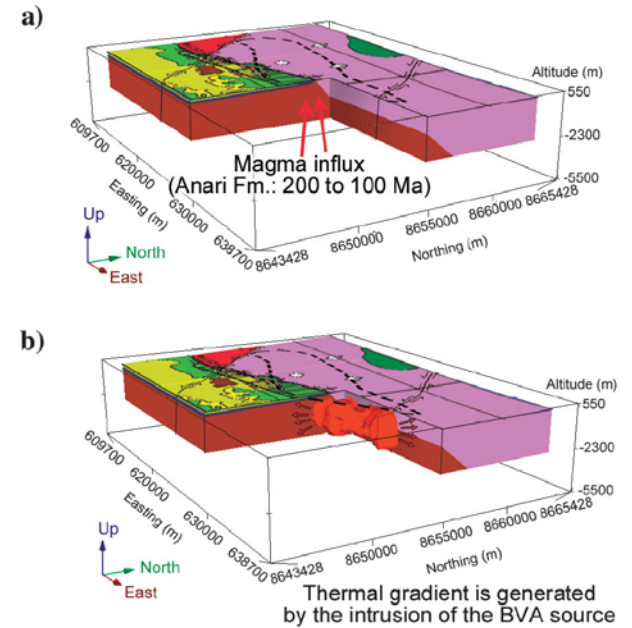
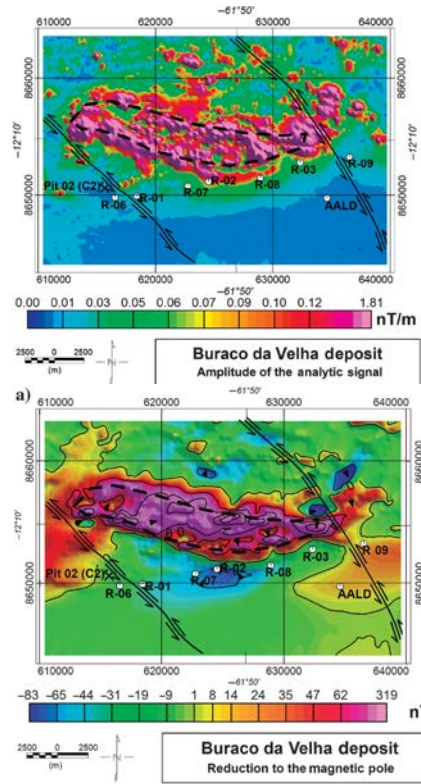
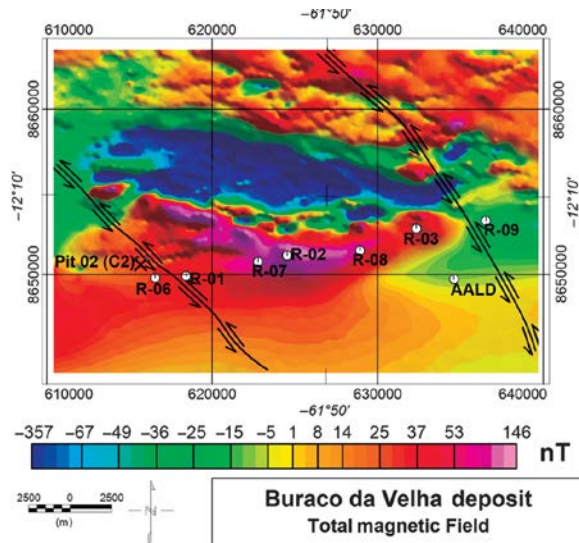
- Morro do Leme (MT)



Cases

- Sedimentary-Hosted Copper Deposit

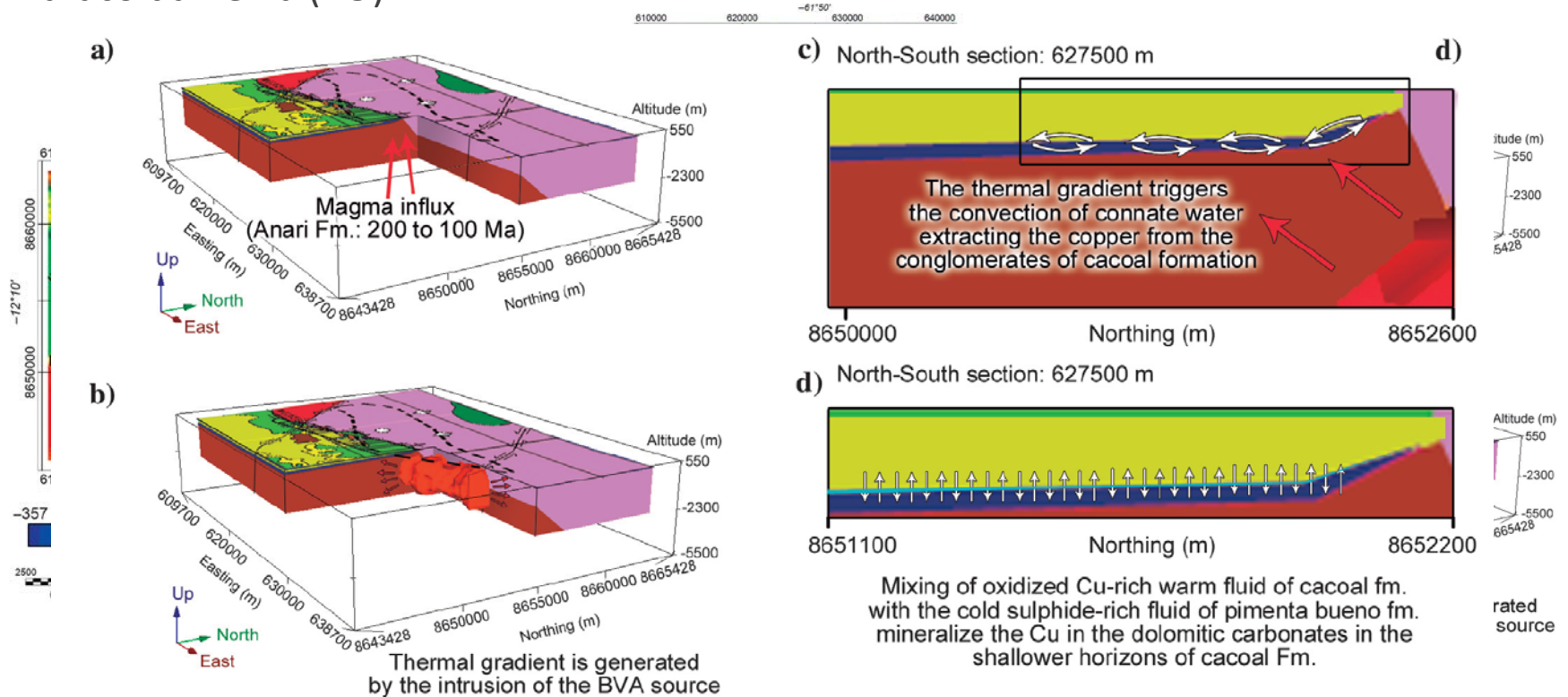
- Buraco da Velha (RO)



Cases

- Sedimentary-Hosted Copper Deposit

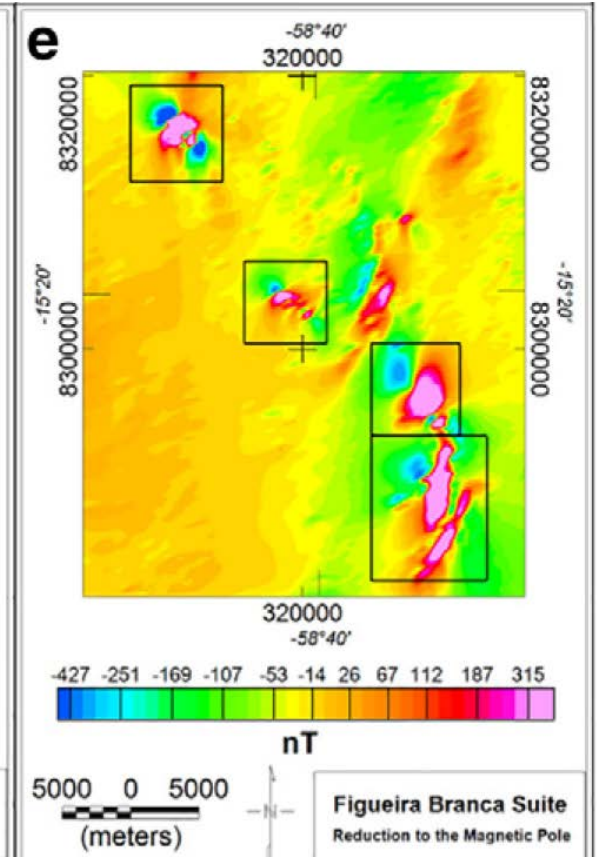
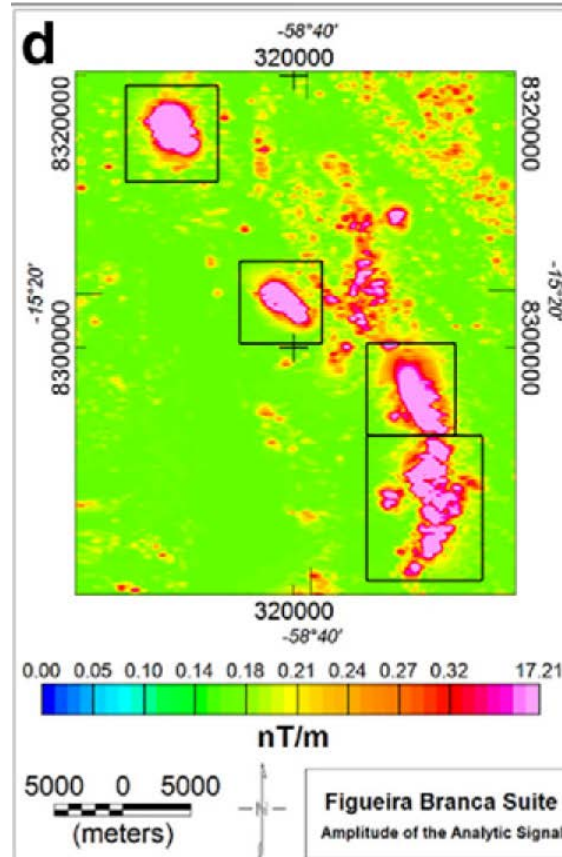
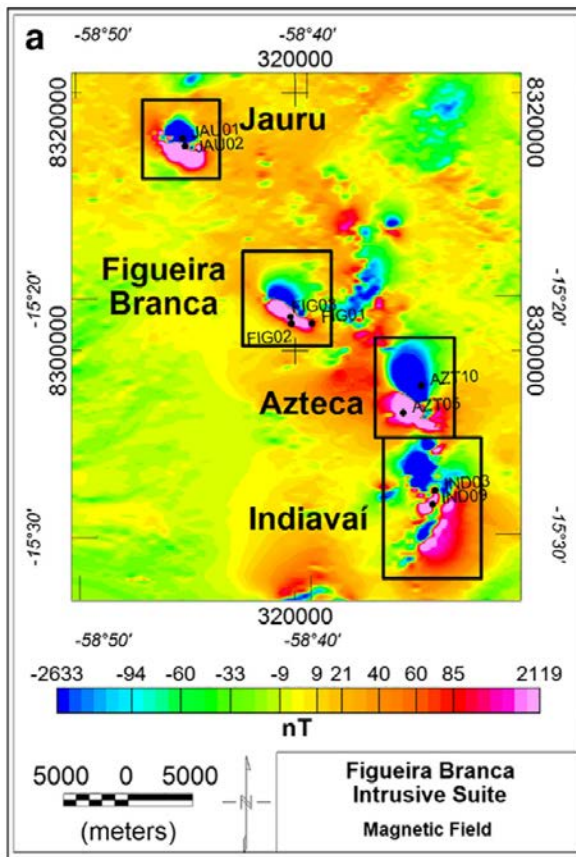
- Buraco da Velha (RO)



Cases

- Complexo Máfico-Ultramáfico

- Figueira Branca (MT)



Cases

- Complexo Máfico-Ultramáfico

- Figueira Branca (MT)

