

RESUMOS DE TESES E DISSERTAÇÕES ABSTRACTS OF THESES AND DISSERTATIONS

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO RECONHECIMENTO DE ÁREAS CHAVES À EXPLORAÇÃO AURÍFERA NA PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

Thais Andressa Carrino

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DA ZONA DE FRATURA SÃO PAULO E ARQUIPÉLAGO SÃO PEDRO E SÃO PAULO NA PORÇÃO EQUATORIAL DO OCEANO ATLÂNTICO

Roberta Ladislau de Medeiros

IMAGEAMENTO DAS ESTRUTURAS GEOELÉTRICAS DA LITOSFERA NA PORÇÃO NORTE DA BACIA DO PARANÁ PELO MÉTODO MAGNETOTELÚRICO

Higo Oliveira Nunes

MODELAGEM SÍSMICA ANISOTRÓPICA ATRAVÉS DO MÉTODO DAS DIFERENÇAS FINITAS UTILIZANDO SISTEMAS DE EQUAÇÕES EM SEGUNDA ORDEM

Leandro Di Bartolo

ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DE POLOS GEOMAGNÉTICOS VIRTUAIS DO CRETÁCEO ATRAVÉS DE UM PERIODOGRAMA BAYESIANO

George Caminha Maciel Filho

CÁLCULO DO KERMA NO AR NO INTERIOR DE UMA RESIDÊNCIA E EM CAMPO ABERTO A PARTIR DE DADOS DE ESPECTROMETRIA GAMA AÉREA NA PROVÍNCIA URANÍFERA DE LAGOA REAL (CAETITÉ-BA)

Esaú Francisco Sena Santos

ANÁLISE DE ATRIBUTOS DE DADOS SÍSMICOS E ELETROMAGNÉTICOS PARA O DIAGNÓSTICO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR DERIVADOS DE HIDROCARBONETOS

Manuelle Santos Góis

INVERSÃO GRAVIMÉTRICA RADIAL POR CAMADAS PARA A RECONSTRUÇÃO DE CORPOS GEOLÓGICOS 3D

Vanderlei Coelho de Oliveira Junior

ARQUEOMAGNETISMO NO BRASIL: VARIAÇÕES DA INTENSIDADE DO CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE NOS ÚLTIMOS CINCO SÉCULOS

Gelvam André Hartmann

CALFRAC: PROGRAMA QUE QUANTIFICA O PROCESSO DE CRISTALIZAÇÃO FRACIONADA E SUA APLICAÇÃO AO ESTUDO DE SOLEIRAS DA BACIA DO PARANÁ (ESTADO DO PARANÁ)

Luciano Galdino

ESTEREOTOMOGRAFIA PARA ESTIMATIVA DE MACRO-MODELOS DE VELOCIDADES EM IMAGEAMENTO SÍSMICO: APLICAÇÃO EM DADOS REAIS DA BACIA DO JEQUITINHONHA

Felipe Antonio Terra

MIGRAÇÃO REVERSA NO TEMPO POR INTERPOLAÇÃO, FOURIER DIFERENÇAS FINITAS E MÉTODO PSEUDO-ANALÍTICO

Rafael Luis de Araújo

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO RECONHECIMENTO DE ÁREAS CHAVES À EXPLORAÇÃO AURÍFERA NA PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

Thais Andressa Carrino

Orientador: Dra. Adalene Moreira Silva (IG-UnB)

192 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 08.02.2010

RESUMO. Em terrenos marcados por baixo conhecimento geológico, dados indiretos, como os geofísicos, de sensoriamento remoto entre outros, compreendem ferramentas essenciais para a definição de feições e áreas potenciais à exploração mineral. Neste sentido, esta dissertação de mestrado objetivou a caracterização dos prospectos auríferos 12 de Outubro, Rosa de Maio, Bandeirante e Maués, localizados na Província Mineral do Tapajós (PMT) usando dados aeromagnetométricos, gradiométricos, aerogamaespectrométricos de alta resolução, dados SAR-R99B, geoquímicos, gamaespectrométricos terrestres (GRS-500/SCINTREX) e geológicos. O Prospecto 12 de Outubro é caracterizado por ocorrências de ouro em rochas vulcânicas ácidas do Grupo Iriri, caracterizadas por altos valores de K, eTh e eU. Baixos valores magnéticos na direção ENE-WSW, visualizados nas imagens de gradientes medidos nas direções x e y , estão associados com anomalias de ouro em rocha e solo, e devem representar estruturas frágeis onde ocorrem brechas hidrotermais e *stockworks*. Os prospectos Rosa de Maio e Bandeirante caracterizam-se por ocorrências de ouro relacionadas principalmente com granitos da Suíte Parauari. Falhas sinistrais E-W e NE-SW segmentam diques máficos nesta região, conforme revelado pelos dados aeromagnetométricos gradiométricos. Estas falhas podem representar estruturas reativadas que tiveram papel na gênese no ouro. Dados de ouro em solo, processados através da simulação indicatriz sequencial, revelam duas principais áreas chaves à exploração no Prospecto Rosa de Maio: uma área semicircular anômala, com eixos de 3,0 km e 2,6 km (Prospecto Buriti), e outra região marcada por valores anômalos de ouro segmentados por falha sinistral (relacionada à instalação do atual curso do Igarapé Anta, Prospecto Sela). O Prospecto Maués é caracterizado por ocorrências de ouro hospedadas em metassedimentos do Grupo Jacareacanga (em associação a veios de quartzo), marcados por altos valores de K e afetados por lineamentos NW-SE que também são observados nas imagens SAR. Estas estruturas podem representar condutos de fluidos hidrotermais, conforme afirmado em alguns trabalhos anteriores. As ocorrências auríferas associam-se a um relevo magnético rugoso representado pela interface dos granitos da Suíte Parauari/dique máfico/metassedimentos. A análise de dados gamaespectrométricos terrestres permitiu individualizar assinaturas associadas com alteração hidrotermal potássica (K-feldspatização e sericitização – prospectos Rosa de Maio e Bandeirante) e silicificação através da queda sutil de valores de K, eTh e eU (Prospecto 12 de Outubro). Estas relações do comportamento dos radioelementos em função do tipo de alteração hidrotermal também foram balizadas com dados de geoquímica de rocha (K_2O , Th, U, SiO_2 , Au). Mapas da favorabilidade aurífera para os prospectos 12 de Outubro, Rosa de Maio e Maués foram gerados pela aplicação da rede neural artificial denominada *Radial Basis Functional Link Net* como uma tentativa de determinar áreas potenciais à exploração no contexto de terreno *greenfield*, ao qual se encaixa este setor da PMT. Complementarmente, outras áreas da PMT foram analisadas sob o enfoque regional, a partir de dados SAR-R99B e aerogeofísicos (levantamento Bloco 1 – Província Aurífera do Tapajós). Estas regiões abrangem os prospectos Chico Torres e Ouro Roxo, e foram modeladas a partir da *lógica fuzzy*.

ABSTRACT. In terrains marked by low geologic knowledge, indirect data, like geophysics, remote sensing and others, comprise essential tools for the definition of potential features and areas to mineral exploration. In this sense, this master dissertation aimed at characterizing the 12 de Outubro, Rosa de Maio, Bandeirante and Maués gold Prospects, located in the Tapajós Mineral Province (TMP) by using the high resolution airborne magnetic gradiometry, airborne gamma-ray spectrometric data, the SAR-R99B, geochemistry, ground gamma-ray spectrometry (GRS-500/SCINTREX) and geologic data. The 12 de Outubro Prospect is characterized by gold occurrences hosted in acid volcanic rocks (Iriri Group) marked by high values of K, eTh and eU. Low magnetic values with ENE-WSW direction, visualized in the images of measured gradients in the x and y directions, are associated with anomalous rock and soil gold values, and must represent brittle structures where occur hydrothermal breccias and stockworks. The Rosa de Maio and Bandeirante Prospects are characterized by gold occurrences related to granites of the Parauari Suite. Sinistral faults with E-W and NE-SW directions cut mafic dykes in this region, according to the revealed by the airborne magnetic gradiometry. These faults may represent reactivated structures that may have a role in the genesis of the gold. Soil gold data, processed by the sequential indicator simulation technique, show two key areas to gold exploration in the Rosa de Maio Prospect: the one is characterized by a semicircle shape, with axis of 3.0 km and 2.6 km (Buriti Prospect); the other area is marked by anomalous gold values segmented by a sinistral fault (associated with the current stream of the Anta Creek, Sela Prospect). The Maués Prospect is marked by gold occurrences hosted in metasediments of the Jacareacanga Group (in association with quartz veins) that are characterized by high values of K and are affected by NW-SE lineaments also observed in the SAR images. These features may represent hydrothermal fluid pathway according to the some previous works. The gold occurrences are related to rugose magnetic relief represented by the interface of the Parauari Suite/mafic dyke/metasedimentary rocks. The analysis of ground gamma-ray spectrometry allowed to define signatures related to potassic hydrothermal alteration (K-feldspatization and sericitization – Rosa de Maio and Bandeirante Prospects), and a subtle reduction of K, eTh and eU channels associated with silicification (12 de Outubro Prospect). These relationships of the radioelement behavior due to the type of hydrothermal alteration were also confirmed by the litho-geochemistry analysis (K_2O , Th, U, SiO_2 , Au). Gold favorability maps for 12 de Outubro, Rosa de Maio and Maués Prospects were generated by application of the artificial neural network called *Radial Basis Functional Link Net* as a tentative for determining potential areas in the greenfield terrain context, like this sector of the TMP. Complementarily, others areas of the TMP were regionally investigated, using SAR-R99B images and airborne geophysical data (Block I – Tapajós Gold Province survey). These regions include the Chico Torres and Ouro Roxo Prospects, and were modeled with the fuzzy logic.

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DA ZONA DE FRATURA SÃO PAULO E ARQUIPÉLAGO SÃO PEDRO E SÃO PAULO NA PORÇÃO EQUATORIAL DO OCEANO ATLÂNTICO

Roberta Ladislau de Medeiros

Orientador: Dr. Eder Cassola Molina (IAG-USP)
51 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 24.09.2010

RESUMO. A investigação da Terra através da gravimetria implica um grande número de informações sobre o seu interior em diferentes escalas de observação. O presente estudo considerou pesquisas anteriormente realizadas na área da Zona de Fratura São Paulo (ZFSP) e Arquipélago São Pedro e São Paulo (ASPSP), no Oceano Atlântico Equatorial, cujos dados geoquímicos e petrológicos apontam a presença de uma anomalia térmica. Nesta área alguns levantamentos geofísicos já foram realizados, mas nada que contribuísse de forma significativa através de dados gravimétricos. O objetivo principal deste trabalho é a caracterização gravimétrica da Zona de Fratura São Paulo através de dados de gravidade, anomalia ar livre, anomalia Bouguer, tensor gradiente da gravidade e altura geoidal residual. Como objetivo secundário, procurou-se a expressão desta anomalia térmica no campo geopotencial. Entretanto, os dados obtidos indicam que o efeito da batimetria sobre critérios analisados é intenso nesta região localizada próxima à dorsal mesoceânica. Concluímos que a confluência de outros métodos geofísicos será necessária para detectar a expressão gravimétrica da Zona de Fratura São Paulo.

ABSTRACT. The investigation of the Earth by gravity implies a large amount of information about its interior at different scales of observation. This study considered previous research over the area of St. Paul Fracture Zone (ZFSP) and St. Peter and St. Paul Archipelago (ASPSP), the Equatorial Atlantic Ocean, whose petrological and geochemical data indicate the presence of a thermal anomaly. In this area some geophysical surveys have been conducted, but nothing that would contribute significantly by gravity data. The main objective of this work is the characterization of St. Paul Fracture Zone by gravity data, free air anomaly, Bouguer anomaly, the gravity gradient tensor and residual geoid height. As a secondary objective, we found the expression of this thermal anomaly in the geopotential field. However, the data indicate that the effect caused by the bathymetry on examined criteria is intense in this region located near the mid-oceanic ridge. We have concluded that the confluence of other geophysical methods will be needed to detect the gravity expression of the St. Paul Fracture Zone.

IMAGEMAMENTO DAS ESTRUTURAS GEOELÉTRICAS DA LITOSFERA NA PORÇÃO NORTE DA BACIA DO PARANÁ PELO MÉTODO MAGNETOTELÚRICO

Higo Oliveira Nunes

Orientador: Dr. Mauricio de Souza Bologna (IAG-USP)
126 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 01.10.2010

RESUMO. A Bacia do Paraná abrange a parte sul do Brasil e se estende sobre 1.700.000 km². Grande parte de sua espessa (até 4.000 m) sequência sedimentar paleozoica é coberta por uma sequência de até 1.700 m de espessura de derrames basálticos continentais do Cretáceo, extravasada logo antes da abertura do Atlântico Sul. Embora a época de sua subsidência e sedimentação seja bem restringida, sua origem e o desenvolvimento ainda é uma questão de debate, em parte devido à escassez de estudos geofísicos profundos capazes de fornecer informações detalhadas sobre a composição e a estrutura da superior e do manto litosférico da bacia. Neste trabalho, a estrutura profunda da parte norte da Bacia do Paraná foi investigada através da análise de um perfil magnetotelúrico (MT) posicionado na direção e composto por 24 estações de banda larga (períodos de 0.001 a ~ 400 s) separadas por cerca de 10 km umas das outras. O perfil atravessa uma anomalia Bouguer negativa, com amplitudes de cerca de 30-15 mGal que tem sido atribuída na literatura a um sistema de grabens soterrados na base dos sedimentos paleozoicos da Bacia do Paraná. O modelo geoeletrico proveniente de inversão regularizada 2D dos dados MT mostra que as sequências vulcano-sedimentar na bacia são relativamente irregulares em toda a área de pesquisa. Particularmente, um afundamento de cerca de 500 m foi observado nas camadas vulcânico-sedimentares na parte central do perfil ao longo de um trecho de 25 km de largura e, aparentemente, sem uma correlação espacial direta com as anomalias Bouguer. Essas observações parecem indicar que a área foi afetada por um evento tectônico não necessariamente simultâneo à erupção dos basaltos. A crosta foi imageada como sendo mais homogênea e resistiva na porção NE do perfil em comparação com a porção ocidental. Essa diferença se estende até profundidades do manto superior, possivelmente indicando a existência de uma grande descontinuidade litosférica na área de estudo. Na porção SW do perfil aparece uma anomalia de baixa resistividade localizada em profundidades que variam de 6 a mais de 20 km e é espacialmente coincidente com o mínimo da anomalia Bouguer negativa. Estes resultados podem indicar que a anomalia gravimétrica negativa é, pelo menos em parte, causada por rochas de baixa resistividade e/ou baixa densidade na crosta terrestre, em vez de um graben soterrado. A litosfera mais resistiva pode estar relacionada a um bloco cratônico previamente definido a partir de anomalias Bouguer residuais de um estudo abrangente na Bacia do Paraná.

ABSTRACT. The Paraná Basin encompasses the southern part of Brazil and extends over 1,700,000 km². Much of its up to 4,000 m Paleozoic sedimentary sequence is covered by up to 1,700 m thick Early Cretaceous continental flood basalt erupted just prior the opening of the South Atlantic. Although the time of its subsidence and sedimentation has been well-known, the origin and development of the basin is still a matter of debate, partly due to scarcity of deep geophysical studies capable of providing detailed information about structure and composition of the crust and lithospheric upper mantle under the basin. Currently, the deep structure of the northern part of the Paraná Basin has been investigated through the analysis of a magnetotelluric (MT) profile positioned in the SW-NE direction and composed of 24 broadband stations (periods from 0.001 to ~ 400 s) spaced about 10 km apart. The SW-NE transect crosses a negative Bouguer anomaly with amplitudes about 30-15 mGal which has been attributed in the literature to a system of buried grabens at the base of the Paleozoic Paraná sediments. Regularized two-dimensional MT inversion shows that the volcano-sedimentary sequence layers in the basin are quite irregular across the survey area. Particularly, an approximately 25-km-wide downfall of nearly 500 m has been observed in the volcanic-sedimentary layers in the central part of the profile. This apparent depression, where the basalt flood layer reaches its maximum thickness, has no direct spatial correlation with the Bouguer anomalies. Thus, it seems that the area was affected by some tectonic event not necessarily contemporaneous with the volcanic eruption. The crust has been imaged as being more homogeneous and resistive in the NE portion compared to the western portion. This difference extends to the uppermost mantle depths, possibly indicating the existence of a major lithospheric discontinuity in the study area. In the SW portion of the profile appears a low resistivity anomaly located at depths ranging from 6 to more than 20 km and is spatially coincident with the minimum of the negative Bouguer anomaly. These results may indicate that the negative gravity anomaly is at least partly caused by some feature of low resistivity and/or low density in the crust instead of a buried graben. The more resistive lithosphere could be related to a cratonic block, previously defined from residual Bouguer anomalies from a large gravity survey in the Paraná Basin.

MODELAGEM SÍSMICA ANISOTRÓPICA ATRAVÉS DO MÉTODO DAS DIFERENÇAS FINITAS UTILIZANDO SISTEMAS DE EQUAÇÕES EM SEGUNDA ORDEM

Leandro Di Bartolo

Orientadores: Dr. Webe João Mansur (COPPE/UFRJ) e Dr. Cleberson Dors (COPPE/UFRJ)
220 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 01.10.2010

RESUMO. Neste trabalho são desenvolvidas formulações numéricas generalizadas para a resolução do problema de propagação de ondas sísmicas via o método das diferenças finitas com malhas intercaladas. São abordadas duas famílias de esquemas numéricos denominados de esquemas de campo único, baseado em equações de segunda ordem, de acordo com a malha utilizada: malha intercalada tradicional ou malha rotacionada. Destaca-se que a primeira família é adequada para a propagação de ondas em meios elásticos com anisotropia até ortotrópica (incluindo os subcasos isotrópico e acústico), enquanto a segunda é adequada para meios com anisotropia geral. É desenvolvido um método geral para discretização de equações de campo único em malhas intercaladas, demonstrando-se, então, que tais esquemas resultantes apresentam a mesma precisão e estabilidade numérica dos esquemas clássicos correspondentes, mas com a vantagem de demandarem menos memória. Em relação ao custo computacional, os diversos esquemas apresentam características variadas, alguns se mostrando mais vantajosos outros menos. Foram discutidas questões referentes à aplicação da fonte sísmica nos diferentes esquemas implementados. Enfatiza-se que a aplicação errada da fonte pode levar a problemas na propagação da onda. Ao final, são apresentados diversos exemplos demonstrando a aplicação dos esquemas desenvolvidos e discutindo suas características em comparação com esquemas da literatura.

ABSTRACT. In this research, general numerical formulations are developed for solving the problem of seismic wave propagation via the staggered finite difference method. We analyzed two families of numerical schemes called single-field (SF) schemes based on second order equations, according to the staggered grid adopted: standard staggered grid or rotated staggered grid. It is noteworthy that the first family is suitable for elastic media up to orthotropic anisotropy (including the isotropic and acoustic sub-cases), while the second is for general anisotropy. It is developed a general method for discretization of SF equations using staggered grid, being proved that such schemes results have the same accuracy and stability of corresponding classic numerical schemes, but with the advantage of less memory demanding. Regarding the computational cost, the different schemes have various characteristics, some more some less advantageous. Issues were raised concerning the application of seismic source in the various schemes implemented. It is emphasized that the misapplication of the source can lead to problems in wave propagation. Finally, several examples are presented demonstrating the application of the developed schemes and their characteristics are discussed in comparison with schemes presented in the literature.

ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DE POLOS GEOMAGNÉTICOS VIRTUAIS DO CRETÁCEO ATRAVÉS DE UM PERIODOGRAMA BAYESIANO

George Caminha Maciel Filho

Orientador: Dra. Marcia Ernesto (IAG-USP)

46 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 08.10.2010

RESUMO. Séries temporais curtas e arbitrariamente espaçadas não são adequadas para análise espectral usando os métodos disponíveis, embora elas possam representar o único testemunho de eventos periódicos ou quasi-periódicos. Usando funções do “estado de informação” e baseando-se nas propriedades de ajuste do periodograma de Lomb-Scargle (LS) para séries desigualmente espaçadas, combinamos informações de um conjunto de séries temporais curtas e desigualmente espaçadas que registram o mesmo evento, aplicando as operações “OR” e “AND”. As curvas correspondentes representam periodogramas que sintetizam a informação sobre as correlações de todas as séries de dados com bases em funcionais senoidais quase-ortogonais, destacando a largura de janela comum (*bandwidth*). A aplicação a conjuntos de dados sintéticos demonstrou que o procedimento funciona melhor para séries temporais cujos dados sejam levemente ruidosos. O método foi desenvolvido para analisar as trajetórias de polos geomagnéticos virtuais (PGVs), presumindo que o comportamento de longo período das latitudes pode ser descrito como função da longitude, como é sugerido pelo padrão da deriva polar para oeste e outras feições conhecidas do fenômeno da variação secular. Quando a latitude é representada como função da longitude, as trajetórias dos pontos podem ser tratadas como séries temporais irregularmente amostradas, desde que as longitudes cresçam continuamente. Um conjunto de 16 sequências de PGVs obtidas de derrames de lavas (Formação Serra Geral; sul do Brasil) foi submetido a essa análise. A informação espectral foi descrita como um conjunto de funções de probabilidade livremente normalizáveis (funções do estado de informação) e que foram combinadas através dos operadores “OR” e “AND”. Encontramos um conjunto de comprimentos de onda de aproximadamente 167°, 190°, 209°, 257°, 277° e 368°, de alta correlação. Estes resultados sugerem um comportamento quase-periódico, possivelmente com instabilidades sub-harmônicas explicáveis devido ao efeito modulador das anisotropias do interior da Terra sobre a trajetória do polo magnético. A análise de fases foi feita usando três estimadores: o método clássico, baseado na análise de Fourier, o método de Hocke usando o periodograma LS; o terceiro método foi desenvolvido neste trabalho e está baseado nos princípios da holografia. A coerência encontrada para as fases de alguns comprimentos de onda indica que pode haver pelo menos uma componente periódica nas séries. Os resultados discordantes podem indicar que o comprimento de onda considerado não seria verdadeiro, mas sim derivado de vazamento espectral, ou representa uma componente não-estacionária que varia através do tempo.

ABSTRACT. Short and arbitrarily spaced time series are not suitable for spectral analysis using the available methods although they may represent the only testimonies of some periodic and quasi-periodic events. Using functions of “state of information”, and based on the Lomb-Scargle (LS) periodogram fitting properties, we combined information of a set of short and unevenly time series recording the same events by applying the “OR” and “AND” operations. The corresponding curves represent smoothed periodograms that synthesize the information on correlations of all data sets with sinusoidal quasi-orthogonal function basis, highlighting the common bandwidth. The application to synthetic data demonstrated that the procedure works better for time series when data are slightly noisy. The method was developed for the analysis of virtual geomagnetic pole (VGP) paths assuming that the long term behavior of the VGP latitudes may be described as a function of longitude, as is suggested from the westward drift pattern, and the already known features of the secular variation phenomena. When latitude is represented as a function of longitude, the resulting point trajectories can be treated as unevenly time series provided longitudes increase continuously. A set of 16 VGP sequences obtained from lava flows (Serra Geral Formation; southern Brazil) was analysed by this method. The spectral information was described as a set of freely-normalizable distribution functions (state of information functions), and then combined through “OR” and “AND” operators. We found a set of highest correlation wavelengths of about 167°, 190°, 209°, 257°, 277° and 368°. These results strongly indicate a quasi-periodic behavior, possibly with sub-harmonic instabilities due to the modulating effect of inner Earth anisotropies that influence the magnetic pole trajectory. Phase analyses were performed using three methods: the classical one based on the Fourier analysis, Hocke’s procedure using the LS periodogram; a third method was developed in this work, and takes into account the principles of holography. Striking good coherence for some of the wavelengths indicate that there might have at least one periodic component. The discordant results may indicate that the considered wavelength is not actually real but resulted from spectral leakage, or it is a non-stationary component which varies through time.

CÁLCULO DO KERMA NO AR NO INTERIOR DE UMA RESIDÊNCIA E EM CAMPO ABERTO A PARTIR DE DADOS DE ESPECTROMETRIA GAMA AÉREA NA PROVÍNCIA URANÍFERA DE LAGOA REAL (CAETITÉ-BA)

Esaú Francisco Sena Santos

Orientadores: Dr. Andrés Reinaldo Rodriguez Papa (ON) e Dr. Claudio de Carvalho Conti (IRD/CNEN)
128 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 15.10.2010

RESUMO. Este estudo visa calcular o kerma no ar devido à radioatividade natural (^{40}K e radionuclídeos das séries do ^{238}U e ^{232}Th) em campo aberto (*outdoor*) e no interior (*indoor*) de uma residência padrão na Província Uranífera de Lagoa Real (Caetité, BA). Os cálculos foram realizados a partir de medidas aerogeofísicas gamaespectrométricas realizadas a pedido da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e da simulação pelo método de Monte Carlo utilizando o código MCNP. Para tanto, a fim de manter os resultados bem realísticos, consideram-se fatores preponderantes para este tipo de estudo (e.g., composição química dos solos da região, concentrações dos radionuclídeos originais da área, densidade dos materiais). Com os resultados da simulação do kerma no ar em campo aberto calculou-se a dose efetiva para o mesmo cenário, já que a região abriga um reservatório uranífero considerável. Para isto, utilizaram-se os coeficientes de conversão de kerma no ar para dose efetiva, considerando modelos antropomórficos para as faixas etárias de 1, 5, 10, 15 anos e adulto. A banda de energia simulada (0-3 MeV) compreende todas as energias relevantes dos radionuclídeos que formam o espectro dos emissores da radioatividade natural terrestre. Verificou-se a tendência normal que ocorre no estudo de levantamentos aerogamaespectrométricos, sendo que as regiões que apresentaram valores elevados da distribuição superficial das concentrações de radionuclídeos mostraram-se também com os maiores valores de kerma no ar e conseqüentemente da dose efetiva. Considerando-se os valores máximos de dose encontrados na simulação para o cenário campo aberto, e tendo como parâmetro os valores de dose recomendados pela CNEN, as doses encontraram-se abaixo do patamar tido como nível de referência para ações de intervenção decorrentes de exposição crônica de membros do público ($10,0 \text{ mSv.a}^{-1}$), destacando-se com o maior valor o tipo de solo LVe1 para a faixa etária de 1 ano ($6,36 \text{ mSv.a}^{-1}$). Este resultado é coerente no sentido de que neste tipo de solo encontra-se a maior parte das anomalias e nesta faixa etária ocorre uma maior proximidade do indivíduo com a fonte de radiação.

ABSTRACT. This work aims to calculate the outdoor and indoor (of the standard residence) kerma in air due to natural radioactivity (^{40}K and radionuclides from the ^{238}U and ^{232}Th series) in the Uraniferous Province of Lagoa Real (Caetité, Bahia State, northeastern Brazil). The calculations were carried out through gamma ray spectrometric airborne geophysical measurements at the request of the National Commission of Nuclear Energy (CNEN) and the simulation by Monte Carlo method using the MCNP code. For that, in order to maintain the results as realistic as possible important factors for this kind of study were considered (e.g., chemical composition of the soils, concentrations of radionuclides, materials density). With the results of these simulations of outdoor kerma in air was calculated effective dose for the same case, since this province has a considerable uraniferous reservoir. For this purpose, conversion factors of kerma in air to effective dose were used, considering anthropomorphic models for ages of 1, 5, 10, 15 years old and adult. The simulated energy band (0-3 MeV) includes all relevant energies from the terrestrial radioactivity. It was verified that there is a normal trend that occurs in this kind of study on airborne gamma ray surveys, since the regions that presented higher values of the surface distribution of radionuclides concentrations were also shown to present the highest values of kerma in air and as a result, of effective dose. Considering the maximum dose values found in the outdoor simulation and, having as a standard the dose values recommended by CNEN, the dose was below the reference level for intervention actions resulting from chronic exposure of members of the public (10.0 mSv/y), with the highest dose to the soil type LVe1 for the age of 1 year old (6.36 mSv/y). This result is consistent since, in this type of soil it is possible to find the most part of the uraniferous anomalies and, at this age, occurs a shorter distance between the individual and the radiation source.

ANÁLISE DE ATRIBUTOS DE DADOS SÍSMICOS E ELETROMAGNÉTICOS PARA O DIAGNÓSTICO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR DERIVADOS DE HIDROCARBONETOS

Manuelle Santos Góis

Orientador: Dr. Renato Luiz Prado (IAG-USP)
201 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 11.11.2010

RESUMO. Os derivados de hidrocarbonetos do tipo *Nonaqueous Phase Liquids (NAPLs)* representam uma importante fonte de contaminação dos solos e águas (subterrâneas e superficiais) em áreas urbanas e industriais. Esses compostos, quando em contato com o meio, geram problemas ambientais e para a saúde humana. O emprego dos métodos geofísicos no diagnóstico de áreas contaminadas é um desafio devido às ambiguidades das respostas obtidas. Este trabalho analisou os atributos elásticos e eletromagnéticos do dado geofísico no diagnóstico de uma área contaminada por derivados de hidrocarbonetos. Foram elaborados modelos petrofísicos de ondas elásticas e eletromagnética para o estudo da inversão dos campos de velocidade dessas ondas, visando estimar a porosidade e o grau de saturação de *NAPL* do meio. Também foram feitas análises físico-químicas de amostras de solo e água para a caracterização da área. Foram adquiridos dados sísmicos (ondas *P* e *S*) e eletromagnéticos (*GPR*) para quantificar os atributos instantâneos amplitude, velocidade, atenuação, frequência, fase e fator de qualidade dos sinais de reflexão das ondas elásticas e eletromagnética da área contaminada por derivados de hidrocarboneto, visando caracterizar a contaminação por *NAPL*. Os dados foram adquiridos em uma indústria química no município de São Paulo em três áreas com diferentes graus de contaminação. Como resultado, concluiu-se que a inversão conjunta do atributo velocidade recupera os parâmetros porosidade e grau de saturação de *DNAPL* do meio impactado por contaminantes, desde que se integrem as informações obtidas com a sísmica e com o *GPR*. De todos os atributos analisados, a interpretação integrada dos atributos fase, atenuação e fator *Q* dos dados sísmicos e eletromagnéticos permitiu a diferenciação entre as áreas (contaminada e não contaminada).

ABSTRACT. Hydrocarbon derivatives of *Nonaqueous Phase Liquids (NAPLs)* type are a major source of contamination of soils and waters (ground-water and shallow water) in urban and industrial areas. These compounds when in contact with media create environmental and human health problems. The use of geophysical methods in the diagnosis of contaminated areas is a challenge due to ambiguity of the obtained responses. This study aimed at analyzing elastic and electromagnetic attributes of geophysical data in diagnosis of an area contaminated with hydrocarbon derivatives. We have set up petrophysical models of elastic and electromagnetic waves to study the inversion of the velocity fields of these waves, aiming at estimating the porosity and the degree of *NAPL* saturation in media. We have performed a physicochemical analysis of soil and water samples to characterize the study area. We have acquired seismic (*P* and *S* waves) and electromagnetic (*GPR*) data to measure instantaneous attributes: amplitude, velocity, attenuation, frequency, phase, and quality factor of reflection signs of elastic and electromagnetic waves in the area contaminated with hydrocarbon derivatives, aiming at a quantitative analysis of *NAPL* contamination. Data were acquired at a chemical factory in São Paulo city in three areas with different degrees of contamination. As a result, we have concluded that a joint inversion of velocity attribute retrieves the porosity and degree of *DNAPL* saturation parameters of the contaminated environment since the information obtained from seismic and *GPR* can be integrated. Of all analyzed attributes, the integrated interpretation of attributes, such as phase, attenuation, and *Q* factor of electromagnetic and seismic data, allows the differentiation between contaminated and uncontaminated areas.

INVERSÃO GRAVIMÉTRICA RADIAL POR CAMADAS PARA A RECONSTRUÇÃO DE CORPOS GEOLÓGICOS 3D

Vanderlei Coelho de Oliveira Junior

Orientador: Dra. Valéria Cristina Ferreira Barbosa (ON)

135 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 19.11.2010

RESUMO. Apresentamos um método de inversão gravimétrica para estimar a geometria de um corpo geológico 3D isolado, sob a premissa do conhecimento da profundidade do topo e do contraste de densidade entre o corpo e o meio. A região que contém o corpo em subsuperfície é discretizada em um conjunto de prismas 3D, retos e justapostos na direção vertical de um sistema de coordenadas Cartesianas. A espessura e o contraste de densidade dos prismas são conhecidos; contudo suas seções horizontais são descritas por polígonos com formato desconhecido. As coordenadas horizontais dos vértices desses polígonos representam aproximadamente o contorno das seções horizontais da fonte geológica em diferentes profundidades. Cada polígono possui um número fixo de vértices igualmente espaçados de 0° a 360° , que são descritos em coordenadas polares referidas a uma origem localizada dentro do polígono. Nosso método estima as distâncias radiais associadas aos vértices e as coordenadas Cartesianas horizontais da origem em cada polígono. A estimação desses parâmetros por meio de dados gravimétricos permite recuperar um conjunto de prismas verticalmente justapostos com seções horizontais que representam um conjunto de fatias (ou lâminas) horizontais da fonte geológica 3D em diferentes profundidades. Para obter estimativas estáveis, impusemos vínculos na estimativa da forma da fonte, que permitem estimar fontes verticais ou inclinadas, isométricas ou não. A estimativa, embora seja estável e ajuste os dados, depende da profundidade máxima adotada para o conjunto de prismas do modelo interpretativo. Para reduzir a classe de possíveis soluções compatíveis com a anomalia de gravidade e com os vínculos, desenvolvemos um critério baseado em uma medida dos desajustes dos dados gravimétricos e na massa de estimativas obtidas em sucessivas inversões, em que adotamos diferentes valores para a profundidade máxima do conjunto de prismas. Este critério consiste em plotar uma curva da massa das estimativas, w , contra as respectivas medidas de desajustes dos dados, s , para vários valores diferentes da profundidade máxima. O valor de profundidade máxima que produz o menor valor da medida de desajuste s na curva $w \times s$ é a melhor estimativa da profundidade máxima verdadeira (ou mínima) para a base da fonte, dependendo se os dados têm ou não resolução para recuperar a fonte geológica. Este critério foi deduzido teoricamente a partir do teorema de Gauss. Nossos testes com dados sintéticos mostram que o valor correto para a profundidade da base da fonte é obtido se o valor mínimo de s na curva $w \times s$ for bem definido; caso contrário, este critério fornece o limite mínimo para a profundidade da base da fonte. Esses testes também mostram que nosso método recupera eficientemente a geometria de fontes com inclinação variável. Aplicamos nosso método aos dados reais sobre o granito Redenção (Brasil) e sobre o complexo intrusivo Matsitama (Botsuana). No primeiro caso, o método estimou um granito com formato aproximadamente cônico e com profundidade da base em $7,0 \pm 0,5$ km. No segundo caso, o método recuperou um corpo com inclinação e sentido variáveis e com profundidade da base em $8,0 \pm 0,5$ km.

ABSTRACT. We present a gravity-inversion method for estimating the geometry of a 3D isolated source, assuming prior knowledge about its top and density contrast. The subsurface region containing the geologic source is discretized into an ensemble of 3D vertical, juxtaposed prisms in the vertical direction of a right-handed coordinate system. The prisms' thicknesses and density contrasts are known, but their horizontal cross-sections are described by an unknown polygon. The horizontal coordinates of the polygon vertices approximately represent the edges of the horizontal depth slices of the source. The polygon vertices of each prism are described by polar coordinates with an unknown origin within the polygon. Our method estimates the radii associated with the vertices of each polygon for a fixed number of equally spaced angles from 0° to 360° and the horizontal Cartesian coordinates of the unknown origin. By estimating these parameters from gravity data, we retrieve a set of vertically stacked prisms with polygonal horizontal sections that represents a set of juxtaposed horizontal depth slices of the estimated source and approximates the 3D source's geometry. To obtain stable estimates we impose constraints on the source shape. The judicious use of first-order Tikhonov regularization on either all or a few parameters allows estimating both vertical and inclined sources whose shapes can be isometric or anisometric. The estimated solution, despite being stable and fitting the data, will depend on the maximum depth assumed for the set of juxtaposed prisms. To reduce the class of possible solutions compatible with the gravity anomaly and the constraints, we use the criterion based on data-misfit measure and the estimated total-anomalous mass computed along successive inversions that use different tentative maximum depths for the set of assumed juxtaposed 3D prisms. In this criterion we plotted the curve of estimated total-anomalous mass w versus data-misfit measure s for the range of different tentative maximum depths considered. The tentative value for the maximum depth producing the smallest value of data-misfit measure in the curve $w \times s$ is the best estimate of the true (or minimum) bottom depth of the source, depending on whether the true source produces a gravity anomaly that is able (or unable) to resolve it. This criterion was deduced theoretically from Gauss' theorem. Our tests with synthetic data show that the correct depth-to-bottom estimate of the source is obtained if the smallest value of s on the curve $w \times s$ is well-defined; otherwise this criterion provides the lower bound estimate of the bottom depth of the source. Our tests using synthetic data show that the method efficiently recovers the source geometries dipping at different angles. We applied our method to real data from the Redenção granite (Brazil) and from the Matsitama intrusive complex (Botswana). In the first case, our method estimates a granite with nearly conical shape and with maximum bottom depth of 7.0 ± 0.5 km. In the second case, our method retrieves a dipping intrusion with variable dips and strikes and with maximum bottom depth of 8.0 ± 0.5 km.

ARQUEOMAGNETISMO NO BRASIL: VARIÇÕES DA INTENSIDADE DO CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE NOS ÚLTIMOS CINCO SÉCULOS

Gelvam André Hartmann

Orientador: Dr. Ricardo Ivan Ferreira da Trindade (IAG-USP)
244 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 25.11.2010

RESUMO. O campo magnético da Terra varia em diferentes escalas de tempo, de milissegundos a bilhões de anos. Os dados de observatórios magnéticos e satélites obtidos nos últimos 150 anos indicam que o momento do dipolo magnético terrestre está diminuindo continuamente. Essa queda está associada à presença de fontes não-dipolares do campo em uma extensa região que abrange todo o Atlântico Sul e uma porção da América do Sul, sendo que no Brasil a contribuição dessas fontes varia fortemente com a latitude. Em escala de tempo arqueomagnética ($\sim 10^3$ - 10^4 anos) a evolução do campo magnético terrestre não é tão bem estabelecida, principalmente em função da escassez de dados no hemisfério sul, que contribui com apenas 5% dos dados de intensidade obtidos para os últimos 4.000 anos. A América do Sul, com alguns poucos resultados no Peru, Equador e Bolívia, pode ser considerada a *terra incognita* da arqueointensidade. Nesta tese são apresentados os primeiros resultados arqueomagnéticos para o território brasileiro. Foram escolhidas duas regiões de estudo, o Nordeste e o Sudeste do Brasil, situadas em diferentes faixas de latitude de modo a investigar diferentes contribuições de componentes não-dipolares do campo. No Nordeste, as amostras foram coletadas na cidade de Salvador (BA), a primeira capital do Brasil, fundada em 1549 AD. Na região Sudeste a amostragem foi efetuada nas cidades de Anchieta (ES), Rio de Janeiro (RJ), Niterói (RJ), Iperó (SP), Piracicaba (SP) e Botucatu (SP). Nas duas regiões, a paleointensidade do campo magnético terrestre foi obtida em materiais construtivos (tijolos e alguns fragmentos de telhas) datados entre 1550 AD e 1920 AD. As idades desses materiais foram estabelecidas com base em estudos arqueológicos e registros históricos das construções, fornecendo incertezas inferiores a 30 anos para a grande maioria das amostras. As paleointensidades foram estimadas utilizando-se dois métodos: (a) duplo aquecimento com medidas em temperatura ambiente, pelo protocolo de Thellier modificado por Coe; (b) duplo aquecimento com medidas contínuas em alta temperatura, pelo protocolo Triaxe. Após as medidas e correções magnéticas, todas as amostras foram analisadas com base em rigorosos critérios de seleção, que resultaram em 23 novas determinações de intensidade de alta qualidade (correspondendo a um total de 584 espécimes analisados, com uma taxa de sucesso de 57%). A partir desses resultados foram traçadas duas curvas de variação da intensidade do campo magnético para cada uma das regiões estudadas, abrangendo os últimos 500 anos. Essas curvas revelam uma oscilação do momento de dipolo nos últimos cinco séculos, que não foi prevista nos modelos de campo disponíveis atualmente, trazendo implicações importantes no entendimento da evolução dos campos dipolar e não-dipolar nessa escala de tempo. As variações rápidas descritas nessas curvas permitem aplicar o arqueomagnetismo como ferramenta de datação arqueológica, como exemplificado pela datação de uma casa do Pelourinho em Salvador.

ABSTRACT. The Earth's magnetic field varies in different timescales, from milliseconds to billions of years. Magnetic data from observatories and satellites indicate that the dipole moment has continuously been decreasing for the past 150 years. This decay is associated with the presence of non-dipole sources covering a wide region that encompasses the South Atlantic and part of South America; in Brazil, the contribution of the non-dipole fields varies strongly with latitude. In the archeomagnetic timescale ($\sim 10^3$ - 10^4 years), the evolution of the Earth's magnetic field is not well established, mainly due to the scarcity of data from southern hemisphere, which contributes with only 5% of the intensity data for the past 4,000 years. South America is the *terra incognita* of archeointensity, counting only a handful of results from Peru, Ecuador and Bolivia. This thesis presents the first archeomagnetic results from Brazil. In order to investigate different contributions of non-dipolar sources, we concentrated our sampling in two regions located in different latitudes – the Northeast and Southeast regions of Brazil. In the Northeast region, all samples were collected in the city of Salvador (BA), the first Brazilian capital settled in 1549 AD. In the Southeast region, sampling was conducted in the cities of Anchieta (ES), Rio de Janeiro (RJ), Niterói (RJ), Iperó (SP), Piracicaba (SP) and Botucatu (SP). All paleointensity data were obtained from architectural fragments (bricks and some tiles) dated between 1550 AD and 1920 AD. The age of bricks and tiles was established on the basis of archeological studies and the historical record of the buildings, providing age uncertainties of less than 30 years for most of the samples. Paleointensity estimates were obtained by two methods: (a) double-heating with measurements in room temperature, using the modified version of the Thellier protocol; (b) double-heating with measurements in high temperatures, using the Triaxe protocol. After measurements and magnetic corrections, all samples were screened using strict selection criteria resulting in 23 high-quality new site-mean intensity values (from 584 analyzed specimens, with a success rate of 57%). These results were integrated into two curves of geomagnetic intensity variation for each studied region over the past five centuries. These curves reveal an oscillating dipole moment for the past five centuries, a behavior not predicted in currently available geomagnetic field models, thus providing key information on the dipole and non-dipole field evolutions in this timescale. The rapid intensity changes described in these curves permit the application of archeointensity techniques as an archeological dating tool, as exemplified by the dating of a house from the Pelourinho area, in Salvador city.

CALFRAC: PROGRAMA QUE QUANTIFICA O PROCESSO DE CRISTALIZAÇÃO FRACIONADA E SUA APLICAÇÃO AO ESTUDO DE SOLEIRAS DA BACIA DO PARANÁ (ESTADO DO PARANÁ)

Luciano Galdino

Orientador: Dra. Leila Soares Marques (IAG-USP)
105 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 06.12.2010

RESUMO. Foi desenvolvido um programa computacional escrito na linguagem de programação C++ denominado CALFRAC para quantificar o processo de cristalização fracionada em sistemas ígneos, utilizando para isso as concentrações dos elementos maiores, menores e traços. O algoritmo moderniza, torna mais eficiente e aprimora os programas publicados na literatura e possui a grande vantagem de poder calcular, automaticamente, todas as possíveis combinações de evolução das amostras envolvidas na diferenciação, além de associar aos cálculos os elementos-traço, os quais servem para confirmar os resultados sugeridos pelos ajustes dos elementos maiores e menores. O programa CALFRAC calcula a fração total subtraída do magma inicial e as frações referentes a cada mineral fracionado através do cálculo do balanço de massa, utilizando as concentrações de elementos maiores e menores, empregando os métodos de estimativa de máxima verossimilhança e dos multiplicadores de Lagrange para a resolução por mínimos quadrados, enquanto para os elementos-traço o programa utiliza a Equação de Rayleigh. Em ambos os casos a média dos erros percentuais relativos é usada como indicação das melhores evoluções. O programa CALFRAC foi aplicado na investigação da possibilidade de diferenciação por cristalização fracionada em amostras de diabásio da Bacia do Paraná, que ocorrem nos municípios de Salto do Itararé, Ponta Grossa, Prudentópolis, Rebouças, Irati, Reserva e Jaguariaíva (PR), as quais foram coletadas para essa finalidade. Nas 33 amostras coletadas foram realizadas determinações de elementos maiores, menores e traços, incluindo terras raras, empregando-se os métodos de Fluorescência de Raios X e Ativação Neutrônica. Os resultados fornecidos pelo programa foram insatisfatórios, não sendo possível estabelecer um percurso de diferenciação das rochas mais primitivas para as mais diferenciadas das intrusões, devido ao fato de que provavelmente muitas das amostras analisadas representam a mistura de magmas com porções contendo acumulação de fases minerais causada pelo próprio processo de cristalização fracionada *in situ*.

ABSTRACT. CALFRAC is a computer program written in C++ programming language developed to quantify fractional crystallization processes in igneous systems. Major, minor and trace element concentrations are used as input for calculations. The new algorithm enhances and makes the program more efficient than those published in the literature. Besides it is capable to automatically calculating all possible rock sample combinations involving differentiation by fractional crystallization process, using in addition trace element concentrations to corroborate the results obtained by the fitting of major and minor element abundances. CALFRAC calculates the total fraction subtracted from the original magma and the percentage of each fractionated mineral by solving least-squares mass balance equations based on major and minor element concentrations. The methods of maximum likelihood estimate and Lagrange multipliers are used to solve the equations, whereas for the quantification of trace elements the program uses the Rayleigh Equation. In both cases the mean relative percentage errors is used as an indication of the best results. The program CALFRAC was applied to investigate the possibility of differentiation by fractional crystallization of diabase samples from Paraná Basin sills, which outcrop nearby Salto do Itararé, Ponta Grossa, Prudentópolis, Rebouças, Irati, Reserva and Jaguariaíva towns (PR). The 33 collected samples were analyzed for major, minor and trace elements, including rare earths, employing X-Ray Fluorescence and Neutron Activation methods. The program output was not satisfactory, since it was not possible to establish a differentiation sequence from the more primitive to the more differentiated rocks of the intrusions. This is probably due to the fact that many rock samples are the result of mixing of magmatic melts with mineral accumulation zones, which were formed by the *in situ* fractional crystallization process.

ESTEREOTOMOGRAFIA PARA ESTIMATIVA DE MACRO-MODELOS DE VELOCIDADES EM IMAGEAMENTO SÍSMICO: APLICAÇÃO EM DADOS REAIS DA BACIA DO JEQUITINHONHA

Felipe Antonio Terra

Orientador: Dr. Amin Bassrei (UFBA)

65 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 21.12.2010

RESUMO. O imageamento sísmico em profundidade é imprescindível em áreas geologicamente complexas, onde as velocidades sísmicas variam bruscamente. Para aplicação com sucesso das técnicas de migração em profundidade, a etapa de determinação do campo de velocidades constitui-se um grande desafio. A estereotomografia, por sua vez, vem demonstrando ser uma ferramenta bastante eficaz e rápida para a obtenção de um acurado campo de velocidades. Também chamada de tomografia de inclinação, utiliza a vagarosidade e o tempo de trânsito, obtidos do *picking* dos eventos de reflexão e difração, para a construção do modelo de velocidades. A metodologia possibilitou uma robusta seleção de eventos com a consequente inversão tomográfica dos dados. Avaliamos a metodologia, utilizando o código disponível em um conjunto de dados 2D chamado de Marmousoft, que é uma versão suavizada do Marmousi, este mais conhecido na literatura geofísica. E como objetivo principal, a aplicação em um dado real, estruturalmente complexo, da Bacia do Jequitinhonha. Neste caso, a etapa do *picking* exigiu um alto controle de qualidade na seleção dos eventos, e a inversão uma seleção criteriosa dos parâmetros de suavização. Deste modo, os resultados mostraram a viabilidade computacional e a acurácia do método.

ABSTRACT. Seismic imaging in depth is very important in geologically complex areas, where the seismic velocity changes considerably. The knowledge of a reliable velocity model is necessary in order to have success in the step of seismic migration. And a reliable velocity model is a great challenge. Stereotomography is a fast and efficient tool that provides accurate velocity distributions. Also called slope tomography, it uses the slowness and picked traveltimes from reflections and diffractions. The available program was used on Marmousoft, which is a smooth version of the 2D synthetic data called Marmousi. Also we applied this approach on real data from Jequitinhonha Basin, Brazil. This real data set of structural complexity demanded a high quality control of event selection for picking and also a high quality control of regularization parameter selection. The results for both the synthetic and real data have shown the computational feasibility and accuracy of this method.

MIGRAÇÃO REVERSA NO TEMPO POR INTERPOLAÇÃO, FOURIER DIFERENÇAS FINITAS E MÉTODO PSEUDO-ANALÍTICO

Rafael Luis de Araújo

Orientador: Dr. Reynam da Cruz Pestana (UFBA)
85 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 28.12.2010

RESUMO. O método sísmico visa formar uma imagem da subsuperfície da Terra. A fim de obter uma imagem precisa, faz-se necessário o uso de técnicas de processamento, entre elas a migração sísmica. A técnica de migração considerada mais precisa é a migração reversa no tempo (RTM), porém sua aplicação é restrita por conta do enorme esforço computacional requerido. Com o intuito de equilibrar o custo de processamento com a qualidade e confiabilidade da imagem obtida, são utilizados diferentes métodos numéricos para computar a migração. Este trabalho apresenta três diferentes maneiras de se realizar a migração reversa no tempo partindo da solução exata da equação completa da onda: RTM por interpolação, RTM por Fourier diferenças finitas e RTM pelo método pseudo-analítico. O primeiro faz a migração com diferentes velocidades constantes e interpola os resultados. O segundo método de migração insere um campo de ondas temporário avaliado em função de uma velocidade de referência combinando o método espectral com o método de diferenças finita, enquanto o terceiro faz modificações nas derivadas espaciais para compensar erros causados nas aproximações de segunda ordem das derivadas no tempo. A aplicabilidade das metodologias foi testada por meio da extrapolação de um ponto propagador e da migração de dados bidimensionais sintéticos pós e pré-empilhamento. Um dado real não empilhado foi migrado com sucesso e também é apresentado.

ABSTRACT. The seismic method aims to create an image of the Earth's subsurface. To obtain an accurate image, it is necessary to use some processing techniques, among them the seismic migration. The reverse time migration (RTM) is considered the most accurate migration technique, although its application is restricted due to the enormous computational effort required. Trying to balance the processing cost with the image's quality and reliability, different numeric methods are used to compute the migration. This work presents three different ways of performing the reverse time migration using the complete wave equation: RTM by interpolation, RTM by Fourier finite differences and RTM by the pseudo-analytical method. The first one migrates the data with different constant velocities and interpolates the results. The second migration method introduces a temporary wave field evaluated as a function of a reference velocity by combining the spectral and the finite difference methods. Finally, the third migration method uses modifications in the spatial derivatives in order to compensate errors from the second order time derivatives. The methods applicability was tested by the extrapolation of a propagator point and the migration of two-dimensional pre- and post-stack synthetic data. A real pre-stack data was migrated successfully and is also presented.