

RESUMOS DE TESES E DISSERTAÇÕES ABSTRACTS OF THESES AND DISSERTATIONS

ESPESSURA DA ZONA DE TRANSIÇÃO DO MANTO SOB A PROVÍNCIA BORBOREMA, NE BRASIL, ATRAVÉS DE CONVERSÕES P_s TELESSÍSMICAS

Adriane Gomes Pinheiro

MODELAGEM 2,5D POR ELEMENTOS FINITOS DOS EFEITOS DA TOPOGRAFIA DO TERRENO SOBRE DADOS OBTIDOS COM O MÉTODO ELETROMAGNÉTICO A MULTIFREQUÊNCIA

Carlos Mateus Barriga Nunes

ORIGEM E EVOLUÇÃO DE ÁGUAS DE FORMAÇÃO EM CAMPOS PETROLÍFEROS DO NORDESTE BRASILEIRO

Danilo Ribeiro de Sá Teles

INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS BRASILIANAS NA SISMICIDADE DESENCADEADA POR RESERVATÓRIO NA USINA HIDRELÉTRICA DE IRAPÉ, MINAS GERAIS

Guilherme Ferreira da Silva

DETECÇÃO E CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE INTERFERÊNCIA DO SUBSOLO COM GPR UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS: ESTUDO NO SCGR DO IAG/USP

Vinicius Rafael Neris dos Santos

INTEGRAÇÃO DE SÍSMICA DE REFRAÇÃO E ELETRORRESISTIVIDADE PARA ELABORAÇÃO DE UM MODELO 2D DO DEPÓSITO DE FERRO N4WS DO COMPLEXO SERRA NORTE, CARAJÁS-PA

Pedro Vencovsky Nogueira

TOMOGRAFIA SÍSMICA USANDO PARAMETRIZAÇÃO POR SÉRIE ONDALETA HAAR DE CAMPOS DE VELOCIDADES

Helcio Moreira Perin

ESTUDO DA PREVISIBILIDADE OCEÂNICA DE CURTO-PRAZO DO MODELO HYCOM SOBRE A REGIÃO OESTE DO ATLÂNTICO SUL COM ASSIMILAÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS E PERFILADORES ARGO

Filipe Bitencourt Costa

ATENUAÇÃO DE REFLEXÕES MÚLTIPLAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA RADON PARABÓLICA

Felipe Vidal Fernandes

INVESTIGAÇÕES GEOFÍSICAS NO CONTINENTE ANTÁRTICO

Saulo Siqueira Martins

IMPLEMENTAÇÕES ALTERNATIVAS DE TOMOGRAFIA DO TEMPO DE TRÂNSITO UTILIZANDO A EQUAÇÃO DA ONDA

Josafat Lopes Cardoso Filho

TOMOGRAFIA DE RÚIDO AMBIENTAL NA BACIA DO PARANÁ

Bruno de Barros Collaço

AValiação de metodologias de interpolação espacial para dados geofísicos de espessura crustal do Brasil

Cesar Garcia Pavão

UTILIZAÇÃO EM ANÁLISE DE COMPONENTE (ICA) PARA REMOÇÃO DE RÚIDO EM DADOS DE PERFIS DE POÇO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR EM RESERVATÓRIOS E HIDROCARBONETOS

Paulo Roberto Alves Neto

ESPESSURA DA ZONA DE TRANSIÇÃO DO MANTO SOB A PROVÍNCIA BORBOREMA, NE BRASIL, ATRAVÉS DE CONVERSÕES Ps TELESSÍSMICAS

Adriane Gomes Pinheiro

Orientador: Dr. Jordi Julià Casas (UFRN)

63 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 07.03.2014

RESUMO. A zona de transição do manto está definida por duas descontinuidades sísmicas, nominalmente a 410 e 660 km de profundidade, que resultam de transformações de fase no mineral olivina. A topografia dessas descontinuidades fornece informações sobre as variações laterais de temperatura da zona de transição. Neste trabalho, foram utilizadas conversões P-para-S telessísmicas registradas em 32 estações sísmicas de banda larga na Província Borborema para determinar a espessura da zona de transição abaixo desta região e para investigar se há mudanças laterais da temperatura neste intervalo de profundidade, para isso foi feito o empilhamento e a migração de funções do receptor. Na Província Borborema, estudos geofísicos revelaram a existência de uma anomalia de geóide que poderia refletir a presença de uma anomalia térmica, a qual estaria relacionada à origem do vulcanismo intraplaca e da epigênese que atingiram a Província no Cenozoico. Vários modelos têm sido propostos para explicar esses eventos, dentre eles o modelo de pluma do manto e de eventos rasos como células de convecção de pequena escala. Os resultados deste trabalho mostram que essa anomalia térmica não atinge a profundidade da zona de transição do manto, visto que não foram identificadas variações significativas na espessura da zona de transição. Contudo foram observadas regiões de topografia baixa para ambas as descontinuidades (410 e 660 km) que aproximadamente se sobrepõem no espaço, sugerindo que variações laterais negativa nas velocidades acima de 410 km de profundidade podem existir abaixo da Província Borborema. O que é consistente com a estrutura de baixa densidade que seria consequência de uma alteração térmica. Portanto a fonte magmática que teria provocado no Cenozoico o vulcanismo intraplaca e estaria relacionada ao soergimento na Província, estaria confinada acima da zona de transição.

ABSTRACT. The mantle transition zone is defined by two seismic discontinuities, nominally at 410 and 660 km depth, which result from transformations in the mineral olivine. The topography of these discontinuities provides information about lateral temperature changes in the transition zone. In this work, P-to-S conversions from teleseismic events recorded at 32 broadband stations in the Borborema Province were used to determine the transition zone thickness beneath this region and to investigate whether there are lateral temperature changes within this depth range. For this analysis, stacking and migration of receiver functions was performed. In the Borborema Province, geophysical studies have revealed a geoid anomaly which could reflect the presence of a thermal anomaly related to the origin of intraplate volcanism and uplift that marked the evolution of the Province in the Cenozoic. Several models have been proposed to explain these phenomena, which include those invoking the presence of a deep-seated mantle plume and those invoking shallower sources, such as small-scale convection cells. The results of this work show that no thermal anomalies are present at transition zone depths, as significant variations in the transition zone thickness were not observed. However, regions of depressed topography for both discontinuities (410 and 660 km) that approximately overlap in space were identified, suggesting that lower-than-average, lateral variations in seismic velocity above 410 km depth may exist below the Borborema Province. This is consistent with the presence of a thermally-induced, low-density body independently inferred from analysis of geoid anomalies. Therefore, the magma source responsible for the Cenozoic intraplate volcanism and related uplift in the Province, is likely to be confined above the upper mantle transition zone.

MODELAGEM 2,5D POR ELEMENTOS FINITOS DOS EFEITOS DA TOPOGRAFIA DO TERRENO SOBRE DADOS OBTIDOS COM O MÉTODO ELETROMAGNÉTICO A MULTIFREQUÊNCIA

Carlos Mateus Barriga Nunes

Orientador: Dr. Cícero Roberto Teixeira Régis (UFPA)
54 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 21.03.2014

RESUMO. Este trabalho consiste em realizar a modelagem, via elementos finitos (EF) 2,5D, do efeito da topografia do terreno sobre dados obtidos com o método eletromagnético a multifrequência (EMMF). Este método usa como fonte uma grande espira quadrada de corrente elétrica com centenas de metros de lado, e como receptores, bobinas posicionadas na horizontal em alinhamento com o transmissor. A subsuperfície é representada por heterogeneidades bidimensionais imersas em um meio horizontalmente estratificado. A formulação, partindo das equações de Maxwell, é desenvolvida a partir da separação do campo eletromagnético em primário (campos no hospedeiro multi-estratificado) e secundário (diferença entre o campo total e o primário). O domínio discretizado é descrito por uma malha não estruturada, com elementos triangulares. Para calcular as componentes derivadas da solução de elementos finitos, em um determinado nó da malha, foi usada a média aritmética das derivadas das funções bases de EF em torno daquele nó. O código de modelagem construído permite quantificar e analisar como os gradientes topográficos influenciam as medidas dos campos eletromagnéticos gerados. A aplicação é a avaliação dessas influências sobre a componente radial do campo da espira na superfície terrestre, que é a componente empregada no método eletromagnético a multifrequência (EMMF).

ABSTRACT. This dissertation shows the numerical modeling results of the effect of the terrain topography on the multi-frequency electromagnetic method (EMMF). In this method the source is a very large square current loop, with a side of a few hundreds meters. The used numerical method is the Finite Element (FE) method in a 2.5D formulation. The geo-electrical models are composed of two-dimensional structures inside layered one-dimensional media. The formulation uses the separation of the EM field in two parts called the primary field (the field of the same source in the layered medium only) and the secondary field (the difference between the complete field in the 2D model and the primary field), to avoid the difficulty of representing the singular source in the discrete representation of the media in the form of the FE mesh. The discretized domain is build with a non-structured triangular mesh. In order to calculate the field components that are derived from those given by the FE solution in a given node, it is necessary to calculate numerical derivatives on the discrete solutions. Here we have used the average value of the derivatives of the basis functions around the node, which is a simple and effective way of estimating the derivative. The resulting modeling code allow us to quantitatively analyse the influence of topographic gradients on the measured electromagnetic fields from this method.

ORIGEM E EVOLUÇÃO DE ÁGUAS DE FORMAÇÃO EM CAMPOS PETROLÍFEROS DO NORDESTE BRASILEIRO

Danilo Ribeiro de Sá Teles

Orientador: Dr. Antônio Expedito Gomes de Azevedo (UFBA)

123 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 25.03.2014

RESUMO. Esse trabalho apresenta um estudo das características físico-químicas e isotópicas das águas de formação de campos de petróleo das bacias sedimentares do Recôncavo, Sergipe e Potiguar, visando avaliar sua evolução, interação com a rocha-reservatório e interconexão em subsuperfície, bem como identificar a contribuição de intervalos de produção diferentes no volume de fluido produzido e a participação da água introduzida como vapor para a recuperação secundária em poços distintos. Para isto, analisou-se a composição isotópica do hidrogênio, do oxigênio e do carbono inorgânico dissolvido (CID) da água de formação das amostras coletadas. Para cada uma das amostras, depois de separados a água do óleo e após filtração, foram medidos os parâmetros pH, condutividade elétrica, potencial de oxidação redução e foram determinados os valores $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CID}}$ e concentração do carbono inorgânico dissolvido, além da análise de íons maiores nas amostras provenientes da Bacia Potiguar. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar a evolução da composição isotópica das amostras em função da profundidade, observando-se, no Campo de Água Grande, um enriquecimento em isótopos pesados em direção aos níveis mais profundos. Pôde-se também identificar, em campos diferentes de uma mesma bacia, águas com composição isotópica e físico-química distintas, algumas similares à composição das águas de aquíferos locais, indicando conexão de água subterrânea na água de formação. A análise isotópica, agregada aos resultados hidroquímicos, evidenciou a participação diferenciada nos poços da Bacia Potiguar com produção combinada, dos diferentes intervalos produtores. Este resultado permite avaliar a eficiência da recuperação secundária e contribui para seu gerenciamento. Verificou-se também um aumento na concentração e um enriquecimento em ^{13}C do carbono inorgânico dissolvido associado aos processos de biodegradação, como metanogênese, por micro-organismos que geram metano empobrecido em ^{13}C e CO_2 enriquecido neste mesmo isótopo.

ABSTRACT. This work presents a study of the physicochemical and isotopic characteristics of formation waters from oil fields in the Recôncavo, Sergipe and Potiguar sedimentary basins, northeastern Brazil, looking for conclusions on the evolution of the formation waters, their interaction with the rock reservoir and the interconnection with the subsurface area. Moreover, it aims to shed light on the contribution of different production intervals on the produced fluid volume, as well as on the role that water, introduced as steam, plays for the secondary recovery in different wells. In each of the samples, after filtration and separation of water from oil, the pH value, electrical conductivity and the potential of oxidation-reduction were measured. In addition, the correspondent values of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ of the dissolved inorganic carbon (DIC) were determined. For the Potiguar Basin samples, analysis of the major ions was also performed. The results show that the evolution of the isotopic composition of the samples is related to their depth. In the Água Grande oil field an increased amount of heavy isotopes was observed in deeper levels. We could also identify distinct isotopic and physicochemical compositions in waters from different fields of the same basin, some of which resembled the composition of waters from local aquifers. This indicates a connection of subterranean water with formation water. In addition to the hydrochemical data, the isotopic analysis provides evidence for the influence of the different production intervals on the wells of commingled production. This result enables the assessment of the efficiency of secondary recovery and contributes to its management. Moreover, an increase in the concentration and an enrichment on ^{13}C of DIC were observed. Both suggest that this DIC is associated with biodegradation processes like methanogenesis, by microorganisms that produce methane that is depleted in ^{13}C and CO_2 enriched in this isotope.

INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS BRASILIANAS NA SISMICIDADE DESENCADEADA POR RESERVATÓRIO NA USINA HIDRELÉTRICA DE IRAPÉ, MINAS GERAIS

Guilherme Ferreira da Silva

Orientador: Dra. Mônica Giannoccaro Von Huelsen (UnB)

93 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 28.03.2014

RESUMO. Inaugurada em 2006, a Usina Hidrelétrica de Irapé possui a mais alta barragem do país, com 208 metros. Esta vem sendo monitorada pelo Observatório Sismológico da Universidade de Brasília desde o começo do enchimento do seu reservatório. Apresentando sismicidade causada pelo aumento da tensão crustal logo após o início do represamento, a Sismicidade Desencadeada por Reservatório da UHE de Irapé permanece como objeto de estudo importante para o entendimento deste fenômeno. O presente trabalho se propõe a estudar a sismicidade registrada de janeiro a maio de 2006, assim como a caracterizar a crosta rasa ao redor da UHE de Irapé utilizando mapeamento geológico e a modelagem geofísica (que englobou os métodos gama espectrométricos, magnetométricos e gravimétricos além da sismologia), procurando identificar e descrever as estruturas geológicas e geofísicas que permitam compreender melhor os eventos sísmicos. A estimativa de profundidade de anomalias através do método de deconvolução de Euler e da análise do Espectro Radial de potência levou a identificar estruturas de até 10 km de profundidade, em ambos os métodos potenciais, permitindo também identificar a profundidade do limite do Orógeno Araçuai com seu embasamento no local, Complexo Porteirinha. A orientação espacial dos eventos sísmicos obtidos pela análise das polaridades e forma de onda condiz com as orientações dos lineamentos de relevo e de anomalias magnéticas. As estruturas encontradas podem ser associadas a uma estrutura maior, de direção principal NE/SW, com dezenas de quilômetros, que seria responsável pela captura dos rios Jequitinhonha e Araçuai, interpretada neste trabalho como uma estrutura relacionada a uma fase tardia do Evento Brasileiro.

ABSTRACT. Inaugurated in 2006, the Irapé Hydroelectric Plant has the highest dam in the Brazil, with 208 meters. The Seismological Observatory of the University of Brasília has monitored this structure since the beginning of the filling of its reservoir. Showing seismicity activity, clearly caused by increased crustal tension just after the start of the impoundment, the seismicity triggered by its reservoir remains a very important object of study for understanding this phenomenon. This work proposes to study the seismicity recorded from January to May 2006, as well as studying the shallow crust around the Irapé Reservoir through geological mapping and geophysical modeling using gamma spectrometric, magnetic and gravimetric methods to identify and describe the structures that can be responsible for seismic events. The direct modeling using the Euler Deconvolution method and analysis of the Radially Averaged Power Spectrum led to the identification of anomalies up to 10 km depth in both potential methods, allowing also to identify the depth of the boundary with Araçuai Orogen in its local basement (Complexo Porteirinha). The depth and arrangement of hypocenters found by analyzing the polarity and wave form meets the relief lineament and magnetic anomalies, as regards the attitude and depth. The features observed can be associated to a larger structure with tens of kilometers, which would be responsible for the capture of rivers and Jequitinhonha and Araçuai, interpreted here as a structure related to a late phase of the Brazilian-Pan African Event, with strike-slip sinistral component, context that one expects to find in the Focal Solution on the seismic events recorded.

DETECÇÃO E CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE INTERFERÊNCIA DO SUBSOLO COM GPR UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS: ESTUDO NO SCGR DO IAG/USP

Vinicius Rafael Neris dos Santos

Orientador: Dr. Jorge Luís Porsani (IAG-USP)
217 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 31.03.2014

RESUMO. Esta pesquisa foi uma continuidade dos estudos que estão sendo desenvolvidos no âmbito do Projeto de Pesquisa, já concluído e apoiado pela FAPESP, intitulado “Caracterização geofísica de alvos rasos com aplicações no planejamento urbano, meio ambiente e arqueologia: estudo sobre o sítio controlado do IAG/USP”. A presente pesquisa visa aprimorar a detecção de alvos no subsolo, determinando o tipo de material, a fim de reduzir as ambiguidades na interpretação geofísica de duas importantes famílias de alvos encontrados no ambiente urbano: os alvos resistores (manilhas de concreto, tubos e tambores de plástico) e os alvos condutores (tambores e tubulações metálicas). Esses alvos foram estudados em um ambiente controlado, no SCGR – Sítio Controlado de Geofísica Rasa do IAG/USP, através do uso do método GPR – *Ground Penetrating Radar* onde foram realizados perfis 2D sobre as linhas contendo estes alvos. Sobre esses dados foi aplicado um algoritmo, desenvolvido nesta pesquisa, que utilizando Redes Neurais Artificiais (RNAs) detectou automaticamente os alvos segundo os tipos de materiais encontrados em subsuperfície. A princípio foram determinadas as características utilizadas como parâmetros de entrada do algoritmo de RNAs, usando todos os alvos do SCGR (plásticos, metálicos e de concreto). Em seguida, tais características foram aplicadas no reconhecimento e classificação das difrações hiperbólicas. O algoritmo de treinamento baseia-se no aprendizado supervisionado por correção de erros ou *backpropagation*. Após a verificação dos resultados sob condições controladas, a rotina de RNA foi utilizada para reconhecer e classificar hipérboles em uma situação real de campo, em locais que existam alvos de plástico, metal ou concreto, sendo que estes estudos foram feitos dentro do campus da USP em São Paulo e em Pirassununga. Os resultados obtidos, em condições controladas e não controladas, apresentaram um acerto na classificação dos alvos de aproximadamente 80% e contribuíram na melhoria da interpretação de dados geofísicos e terão aplicações diretas nas áreas de planejamento urbano, infraestrutura e estudos ambientais em áreas urbanas.

ABSTRACT. This research is a continuation of the studies that were being carried out within the research project, already completed, and supported by FAPESP entitled “Characterization of shallow geophysical targets with applications in urban planning, environment and archeology: study on the IAG/USP test site”. This research aims to improve the detection of underground targets, determining the type of material in order to reduce the ambiguities in geophysical interpretation of two important families of targets found in the urban environment: resistors targets (concrete pipes, plastic pipes and drums) and conductors targets (metal pipes and drums). These targets were studied in a controlled environment, through the use of 2D GPR – *Ground Penetrating Radar* profiles which were conducted on the lines containing these targets. An algorithm using Artificial Neural Networks (ANN) was applied on these data and it automatically detected targets according to the types of materials found in the subsurface. First, in order to recognize hyperbolic diffraction, all plastics, metal and concrete targets present in the test site were used, helping determination of characteristics that served as a parameter in the input file of the ANN algorithm. The training algorithm is based on supervised learning by error correction or *backpropagation*. After checking the results under controlled conditions, the ANN routine was used to recognize and classify hyperbolas in a real field, in places where there are plastic, metal or concrete targets and these studies were done on the campus of USP in São Paulo and in Pirassununga. The results obtained in controlled and uncontrolled conditions contributed in improving the interpretation of geophysical data and have direct applications in the areas of urban planning, infrastructure and environmental studies in urban areas.

INTEGRAÇÃO DE SÍSMICA DE REFRAÇÃO E ELETRORRESISTIVIDADE PARA ELABORAÇÃO DE UM MODELO 2D DO DEPÓSITO DE FERRO N4WS DO COMPLEXO SERRA NORTE, CARAJÁS-PA

Pedro Vencovsky Nogueira

Orientador: Dr. Marcelo Peres Rocha (UnB)
78 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 03.04.2014

RESUMO. Este trabalho é constituído pela aquisição, processamento e interpretação de dados 2D de sísmica de refração rasa e eletroresistividade em uma linha no depósito de minério de ferro de N4WS, localizado na Província Mineral de Carajás. Os métodos geofísicos foram utilizados para identificar a interface entre o minério de ferro e demais litologias do corpo, além de gerar um modelo geofísico e compará-lo com sondagens disponíveis na área. Outro objetivo foi de avaliar a potencialidade destes métodos geofísicos como ferramenta para caracterização preliminar do corpo na fase de pesquisa. Para o método de sísmica de refração rasa foram utilizados 120 canais, espaçados 10 m em uma linha de 1190 metros, com sete pontos de tiro. O método de eletroresistividade foi adquirido utilizando a técnica do caminhamento elétrico, utilizando o arranjo polo-polo, em uma linha de 1430 m, com espaçamento entre os eletrodos de 10 metros. Houve boa correlação entre os métodos geofísicos e as sondagens geológicas. Nos resultados da sísmica, um modelo de duas camadas foi gerado, sendo a primeira camada interpretada como horizonte de rochas alteradas, e a segunda camada o horizonte de rochas preservadas. Na seção de eletroresistividade foi observada uma zona de maior resistividade (>3937 ohm.m), interpretada como sendo minério de ferro. Foi observada uma região de resistividade intermediária (816 – 2330 ohm.m) interpretado como rochas alteradas. Essas duas regiões estão na primeira camada da sísmica. Em maiores profundidades, uma zona com resistividade variando entre 483 e 2330 ohm.m foi interpretada como sendo rocha máfica preservada, e uma região de menor resistividade (<483 ohm.m), como jaspilito. As duas regiões estão localizadas na segunda camada sísmica. A boa correlação entre o modelo geofísico gerado e as sondagens geológicas indica que os métodos geofísicos utilizados em conjunto podem servir como ferramenta para caracterização preliminar em um depósito de ferro, permitindo direcionar os planos de sondagem.

ABSTRACT. This work comprises the acquisition, processing and interpretation of 2D seismic shallow refraction (P-wave) and resistivity profile located in the iron ore deposit of N4WS, Carajás Mineral Province, northern part of Brazil. The geophysical methods were used to identify the limits of the iron ore deposit. Another objective was to evaluate the potentiality of these geophysical methods in that geological context. In order to corroborate the results, the geophysical lines were located to match a geological borehole line. For the seismic refraction, we used 120 channels, spaced by 10 m, in a line of 1190 m, with seven shot points. The resistivity method used in the acquisition was the electrical resistivity imaging, with pole-pole array. The resistivity line had a distance of 1430 m, with the same distance between electrodes used in seismic acquisition. The seismic results produced a model with two distinct layers. Based on the velocities values, the first layer was interpreted as altered rocks, and the second layer as more preserved rocks. It was not possible to discriminate different lithologies with the seismic method inside each layer. From the resistivity results, a zone of higher resistivity (>3937 ohm.m) was interpreted as iron ore, and a region of intermediate resistivity (816-2330 ohm.m) as altered rocks. These two regions represent the first seismic layer. On the second seismic layer, an area with intermediated resistivity values (483 to 2330 ohm.m) was interpreted as mafic rocks, and the area with lower resistivity (<483 ohm.m) as jaspilite. Despite some regions do not show good correlation, the overall comparison between the geophysical results and the borehole profiles was satisfactory. Thus, the two geophysical methods together, can be used to generate a preliminary geological model, or also to indicate most favorable locations of the boreholes.

TOMOGRAFIA SÍSMICA USANDO PARAMETRIZAÇÃO POR SÉRIE ONDALETA HAAR DE CAMPOS DE VELOCIDADES

Helcio Moreira Perin

Orientador: Dr. Wilson Mouzer Figueiró (UFBA)

99 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 08.04.2014

RESUMO. É possível parametrizar modelos de campos de velocidades sísmicas compressoriais, de modo satisfatório, por meio de séries ondaleta Haar? Em caso afirmativo, como estabelecer procedimentos de modelagem e inversão usando modelos cujos parâmetros são os coeficientes das referidas séries? O presente trabalho tem como objetivo principal responder tais questões através da realização de inversão sísmica tomográfica de dados de tempos de trânsito nos referidos campos parametrizados pelas mencionadas séries. Busca-se resultados consistentes de inversão a partir de modelos parametrizados por série ondaleta Haar, que permita uma representação acurada com poucos parâmetros. Para tanto, esse trabalho está dividido em três etapas: parametrização de campos de velocidade; modelagem sísmica de tempos de trânsito e inversão sísmica. Essas etapas foram aplicadas a cinco modelos, quatro unidimensionais com variação de velocidade apenas vertical ou radial e um bidimensional. Na etapa de parametrização, busca-se representar o modelo por um conjunto de parâmetros, isto é: que o modelo possa ser identificado de modo único por um conjunto de valores numéricos, sendo estes os coeficientes da série ondaleta Haar. Tais coeficientes representam quantitativamente o campo de velocidades, de tal forma que este, ao tornar-se um objeto matemático, permite que processos geofísicos possam ser numericamente simulados e tratados. A parametrização através de ondaleta Haar, realizada através de programa em linguagem FORTRAN, mostrou-se eficiente e de baixo custo computacional. Na etapa de modelagem, dados sintéticos de tempo de trânsito são calculados tanto nos modelos originais como nos parametrizados pelas mencionadas ondaletas, utilizando-se técnica de traçamento de raios sísmicos, na qual são geradas as trajetórias dos raios, que representam o deslocamento das ondas sísmicas compressoriais, sobre as quais são calculados seus respectivos tempos de trânsito, que constituem os dados a serem utilizados na etapa de inversão. Os dados sintéticos observados obtidos nessa etapa substituem aqueles que seriam os dados reais observados obtidos a partir de uma aquisição em campo. No processo de inversão, faz-se a estimativa dos parâmetros do modelo ou dos coeficientes da série ondaleta, com a combinação dos métodos Metrópolis (busca global) seguido do método de Gauss-Newton (busca local). Através desse processo busca-se estimar uma aproximação do modelo verdadeiro (modelo alvo), a partir de dados nele obtidos na modelagem e que são comparados com aqueles que são calculados em sucessivos modelos correntes gerados no interior de um determinado processo iterativo. O processo de inversão gerou resultados consistentes de modelos invertidos, fundamentando, assim, a aplicabilidade da metodologia aqui utilizada nas etapas de desenvolvimento desse trabalho. Nos experimentos realizados não foram utilizados dados reais (devido às dificuldades ligadas à obtenção destes) e não foi adicionado ruído aos dados sintéticos, pois o foco principal deste trabalho está mais no estabelecimento de um procedimento de inversão usando séries ondaleta do que no estudo de sua robustez, estabilidade ou rapidez, tanto em termos intrínsecos como em comparação com outros métodos.

ABSTRACT. Is it possible parameterize compressional seismic velocity fields models, satisfactorily, by means of Haar wavelet series? If in case, how to establish modeling and inversion procedures using models whose parameters are coefficients of such series? This work has as its main objective to answer such questions through the development of seismic tomographic inversion of travelttime data for these fields parameterized by the mentioned series. It is searched consistent results of inversion from parameterized models by Haar wavelet series, which allows an accurate representation with few parameters. For such purpose, it is divided into three steps: velocity field parameterization, travelttime seismic modeling and seismic inversion. The three steps were applied to five models: four one-dimensional (with velocity variation in the vertical or radial direction) and one two-dimensional. In the parameterization step, it seeks to represent the model by a set of parameters, i.e.: the model must be uniquely identified by a set of numeric values, namely the coefficients of the wavelet Haar series. These coefficients represent quantitatively the velocities field in such a way that, becoming a mathematical object, it allows to simulate and to treat numerically geophysical processes. The parameterization by Haar wavelet, performed through FORTRAN language program, proved to be efficient and low computational cost. In the modeling step, travelttime synthetic data are calculated in both the original and the parameterized models, using seismic ray tracing technique, by which ray trajectories are generated. They represent the movement of seismic compressional waves. On such trajectories travelttimes are calculated and used as calculated data. In the inversion process, it is estimated the model parameters or coefficients of wavelet series, by means of two inversion methods: a global search called Metropolis, followed by a local search known as Gauss-Newton. Through the described process, it is estimated an approximation of the true model (or target model), from data obtained by modeling on it. These synthetic travelttime data are compared with those calculated in successive current models in the interior of a determinated iterative inverse process. That has generated consistent results of inverted models, justifying the applicability of the methodology used here in the different stages of development of this work. In the performed experiments real data was not used (due to the difficulties to obtain them) and it was not added noise to the synthetic data, because the main focus of this work is more in to set an inverse procedure using wavelet series than to the study of the robustness, stability or rapidity; as much in intrinsic terms as in comparison with others methods.

ESTUDO DA PREVISIBILIDADE OCEÂNICA DE CURTO-PRAZO DO MODELO HYCOM SOBRE A REGIÃO OESTE DO ATLÂNTICO SUL COM ASSIMILAÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS E PERFILADORES ARGO

Filipe Bitencourt Costa

Orientador: Dr. Clemente Augusto Souza Tanajura (UFBA)
74 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 10.04.2014

RESUMO. Neste trabalho foi investigado o impacto da assimilação da anomalia da altura da superfície do mar (AASM) e de perfis verticais de temperatura e salinidade no modelo oceânico *Hybrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM) sobre a METAREA V do Oceano Atlântico. Foram realizados três experimentos de previsão de 24 h de 1° de janeiro de 2011 a 31 de março de 2012 sendo um sem assimilação (Controle), um com assimilação de AASM e outro com assimilação de dados do ARGO e de AASM. A AASM dos satélites Jason 1 e Jason 2 foi assimilada por um método de interpolação ótima (OI), a análise foi somada à altura da superfície do mar (ASM) média do modelo e projetada abaixo da camada de mistura por meio da técnica de Cooper & Haines (1996). Já os dados do sistema ARGO foram assimilados pelo método de Bergthorsson e Döös. A assimilação de AASM foi capaz de corrigir este campo em direção aos dados do *Archiving Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data* (AVISO) de forma satisfatória reduzindo a raiz do erro quadrático médio (REQM) de 7,0 cm no Controle para 5,1 cm. Entretanto, a assimilação de AASM corrigiu pouco a temperatura e salinidade, sendo que a correção na temperatura da superfície do mar (TSM) apresentou impactos positivos, de 0,75°C, e negativos, de 1°C, dependendo da região. Já a assimilação de dados do ARGO gerou substanciais impactos positivos na TSM em algumas regiões e, em outras, uma menor correção. Isso indica a necessidade de se assimilar a TSM para que esse campo seja efetivamente corrigido. A assimilação de dados do ARGO reduziu de forma significativa o erro da temperatura e salinidade de 1,6°C para 1,1°C e de 0,25 PSU para 0,20 PSU, respectivamente, nos primeiros 750 m. Na Corrente do Brasil (CB) foi identificada uma migração no posicionamento de sua origem, provocado pela assimilação da AASM, de 16°S, no Controle, para 11°S nos outros dois experimentos. Não houve dados de ARGO nessa região. Entretanto, mais ao sul, em 24°S o impacto do ARGO foi muito significativo e promoveu uma reestruturação da intensidade e profundidade da CB, tendo isso refletido no seu transporte e aproximando os resultados da análise com os da literatura. Os resultados gerais desse trabalho mostram que o sistema de assimilação empregado foi eficaz e, por ter baixo custo computacional, ele pode ser empregado operacionalmente.

ABSTRACT. In this work the impact of the assimilation of sea level anomaly (SLA) and vertical profiles of temperature and salinity into the Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) over the METAREA V of the Atlantic Ocean was investigated. Three 24-h forecast experiments were realized from January 1, 2011 to March 31, 2012, one with no assimilation (Control), one with SLA assimilation only (A_SLA) and one with ARGO and SLA data assimilation (A_TS_SLA). The along-track SLA from the satellites Jason-1 and Jason-2 were assimilated by an Optimal Interpolation (OI) scheme. The analysis was added to the model mean Sea Surface Height (SSH) and projected into the subsurface by the Cooper & Haines (1996) technique. The ARGO data were assimilated by the Bergthorsson and Döös technique. The SLA assimilation was able to satisfactorily correct SLA in the model domain towards the Archiving Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data (AVISO) data by reducing the root mean standard deviation (RMSD) from 7.0 cm in Control to 5.1 cm. Despite this, SLA assimilation did not correct the temperature and salinity. The sea surface temperature (SST) presented positive and negative impacts of 0.75°C and 1°C respectively, depending on the region. When ARGO data were included in the assimilation, positive and significant impacts in SST in some regions were observed, while in others a smaller correction was imposed. This indicates that SST assimilation is necessary to efficiently correct this field over the whole domain. The inclusion of ARGO data in the assimilation significantly reduced temperature and salinity error from 1.6°C to 1.1°C and from 0.25 PSU to 0.20 PSU, respectively, in the first 750 m. For the Brazil Current (BC) a migration in its origin was identified from 16°S in the Control run to 11°S in the other two assimilation experiments. This migration positioned the BC origin in the right position according to the literature. This correction was caused by the assimilation of SLA since no Argo data were available in the region. On the other hand, a substantial impact of the assimilation of ARGO data was observed in the BC at 24°S. It was intensified and got deeper, much closer to observations. This positively altered its transport towards values described in the literature. The general results of this work show that the assimilation system employed here was efficient, and since it has very low computational cost, it can be employed for operational purposes.

ATENUAÇÃO DE REFLEXÕES MÚLTIPLAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA RADON PARABÓLICA

Felipe Vidal Fernandes

Orientador: Dr. Milton José Porsani (UFBA)

179 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 11.04.2014

RESUMO. O método da sísmica de reflexão é amplamente utilizado pelas empresas petrolíferas no imageamento da subsuperfície das bacias sedimentares. Neste método, os registros sísmicos têm ruídos intrínsecos à aquisição sísmica. Desses podemos citar os inerentes ao aprisionamento da energia sísmica devido ao forte contraste de impedância entre dois meios, nos quais reverberam esta energia, gerando eventos múltiplos. Este tipo de ruído prejudica os métodos de migração e a qualidade e contabilidade das seções sísmicas obtidas ao final do processamento. A atenuação desse ruído coerente apresenta-se como um dos grandes desafios encontrados no processamento sísmico. Esta atenuação é ainda mais difícil quando os dados sísmicos são adquiridos ao longo da quebra da plataforma continental, ou seja, na região do Talude continental. A forte inclinação do fundo do mar e a geologia, normalmente complexa nessa região, interferem fortemente comprometendo a razão sinal/ruído e, conseqüentemente, a qualidade das imagens sísmicas obtidas. Este trabalho será baseado na implementação no domínio da frequência da Transformada Radon Parabólica (*Parabolic Radon Transform*), a qual utiliza quatro métodos para a solução dos sistemas lineares com aplicação em atenuação de múltiplas. Para tal, aplica-se uma correção parcial de NMO (*Normal Moveout*) a fim de transformar os eventos hiperbólicos em eventos parabólicos. Em seguida, modifica-se o domínio da seção sísmica de $t - x$ (tempo versus espaço) para o domínio transformado $\tau - q$ (tempo de interseção versus curvatura da parábola), na qual um evento parabólico no domínio $t - x$ é mapeado em um ponto ou em uma coerência no domínio $\tau - q$, assim como o inverso também é verdadeiro. Deve-se modificar para o domínio da frequência afim de calcular uma única vez um operador complexo utilizado para resolver o sistema linear, o que pode ser feito antes ou depois da mudança para o domínio $\tau - q$, e, dessa forma, atenuar as múltiplas presentes na seção sísmica. A Transformada Radon Parabólica mostrou-se eficiente na atenuação de eventos múltiplos em seções de CMP tanto em dado sintético quanto em dado real. Para obter resultados satisfatórios, foi aplicado uma correção parcial de NMO para separar os eventos primários dos eventos múltiplos.

ABSTRACT. The seismic reflection method is widely used by oil companies in the imaging of subsurface sedimentary basins. In this method, the seismic records have intrinsic noise to seismic acquisition. Among the noise, we may mention the inherent entrapment of seismic energy due to the strong impedance contrast between two layers in which this energy reverberate, creating multiple events. This type of noise affects the migration methods and the quality and reliability of seismic sections obtained at the end of processing. The attenuation of this coherent noise appears as one of the major challenges encountered in seismic processing. This attenuation is even more difficult when the seismic data are acquired along the continental shelf break, i.e. in the Continental Slope region. The steeply sloping seabed and the usually complex geology in this region, strongly interfere, compromising the signal/noise ratio and hence the quality of seismic images obtained. This work will be based on the implementation in the frequency domain of the Parabolic Radon Transform (Parabolic Radon Transform), which uses four methods for solving linear systems with application in multiple attenuation. To do this, we apply a partial NMO correction (Normal Moveout) in order to transform the hyperbolic events into parabolic events. We then modify the domain of seismic section from $t - x$ (space versus time) to the $\tau - q$ transformed domain (intersect time versus curvature of the parabola), in which a parabolic event in the $t - x$ domain is mapped into a point or a coherency in $\tau - q$, as well as the opposite is also true. We must change to the frequency domain in order to calculate once a complex operator used to solve the linear system, which can be done before or after the change to the $\tau - q$ domain, and thus attenuate the multiple events present in the seismic section. The Parabolic Radon Transform proved to be effective in attenuating multiple events on CMP sections in both synthetic data and real data. To obtain satisfactory results, a partial NMO correction was applied to separate the primary events of multiple events.

INVESTIGAÇÕES GEOFÍSICAS NO CONTINENTE ANTÁRTICO

Saulo Siqueira Martins

Orientador: Dr. Jandyr de Menezes Travassos (ON)

106 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 14.04.2014

RESUMO. Esta tese apresenta resultados de três trabalhos de um conjunto de dados adquiridos na Antártida utilizando o método GPR. O primeiro artigo trabalha com dados GPR adquiridos no paralelo 84S e lida com um aliás de um dado multi-offset, gerado a partir de dados coletados de forma contínua ao longo de um perfil. Para interpolar os dados, usamos um filtro de predição adaptativo e uma regressão estacionária não regularizada. O segundo trabalho usa dados adquiridos no Platô Detroit na Península Antártica para demonstrar uma correlação entre as alterações climáticas bruscas a fortes anomalias geofísicas. Nós desenvolvemos uma hipótese com a correlação entre o GPR, poço e dados climáticos, para demonstrar o uso de geofísica como um marcador temporal. O último trabalho apresenta uma metodologia viável para estimar a profundidade do embasamento. Foi observado o aumento da curvatura do firm com a profundidade. Em seguida, a curvatura de firm foi usada para calcular a espessura da camada de gelo por meio do modelo de deformação de placa.

ABSTRACT. This thesis present the results of three works based on a GPR dataset acquired at Antarctic. The first one works with GPR data acquired in paralel 84S and deals with an alias on a wide aperture multi-offset GPR acquired continuously along a profile. To interpolate the missing data, we used an adaptive prediction error filter and a regularized non stationary regression. The second work uses data from the Detroit Plateau at Antarctic Peninsula to demonstrate a correlation between abrupt climate changes to strong geophysical anomalies. We developed a hypothesis with the correlation between the GPR, well and climate data, to demonstrate the use of geophysics as a temporal marker. The last work shows a viable methodology to estimate the depth to bedrock. It was observed that firm curvature increases with depth. Then, the curvature of firm is used to calculate the thickness of the ice sheet through the plate deformation model.

IMPLEMENTAÇÕES ALTERNATIVAS DE TOMOGRAFIA DO TEMPO DE TRÂNSITO UTILIZANDO A EQUAÇÃO DA ONDA

Josafat Lopes Cardoso Filho

Orientador: Dr. Jessé Carvalho Costa (UFPA)

106 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 23.04.2014

RESUMO. A tomografia do tempo de trânsito utilizando a equação acústica é uma alternativa robusta para se estimar modelos de velocidade com fortes variações. Aplicações desta metodologia a dados sísmicos interpoços, auxiliam no monitoramento e caracterização de reservatórios. A escolha da função objetivo, estratégias de condicionamento do gradiente e funcionais regularizadores, quando da implementação deste tipo de tomografia, influenciam a robustez, eficiência e qualidade das estimativas do modelo de velocidade. Estes três aspectos da implementação da tomografia através da equação de onda são investigados. Duas propostas de funções objetivo são utilizadas neste trabalho; a primeira é sensível a diferenças de fase entre os pulsos e a outra é proposta para ser menos sensível a fase do pulso fonte. Ambas não necessitam de marcações dos eventos e se mostram muito robustas em experimentos numéricos utilizando modelos com forte variação de velocidade. Uma estratégia de condicionamento do gradiente da função objetivo, adaptada da literatura em processamento de imagens, permitiu acelerar a convergência do algoritmo ao eliminar eventos espúrios causados pela inevitável abertura limitada da geometria de aquisição dos dados, ruídos aleatórios e efeitos causados pelas fontes e receptores. A adição de funcionais regularizadores penalizando o desvio do modelo de velocidade de informação *a priori* a partir de perfis de poços suavizados, contribui adicionalmente para a estimativa de um modelo de velocidade mais consistente e com maior resolução.

ABSTRACT. Wave equation tomography is a robust methodology for velocity analysis when strong velocity variations occurs. This approach has been successfully applied for reservoir monitoring and characterization using crosswell data. The choice of the objective functions, preconditioners and regularizing functionals controls the robustness, efficiency and the quality of the velocity reconstruction. This dissertation investigates each of these design parameters and its consequences for the performance of the wave equation tomography using synthetic crosswell data generated from smoothly and strongly heterogeneous velocity models. Two proposals for the objective functions are used in this work; the first is sensitive to phase differences and the other is proposal to be less sensitive to the source pulse. Both do not require velocity picking performed well in the numerical experiments. A preconditioning strategy adapted from the imaging processing literature produced a noticeable improvement the convergence rate of the algorithm by eliminating artifacts caused by limited aperture, random noise and artifacts produced by sources and receivers. A regularizing functional penalizing deviations from velocity information available near the wells additionally contributes to recover a velocity tomogram with higher resolution and consistent with the synthetic model. Wave equation tomography is a robust methodology for velocity analysis when strong velocity variations occurs.

TOMOGRAFIA DE RUÍDO AMBIENTAL NA BACIA DO PARANÁ

Bruno de Barros Collaço

Orientador: Dr. Marcelo Sousa de Assumpção (IAG-USP)

89 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 24.04.2014

RESUMO. A tomografia sísmica convencional apresenta baixa resolução em regiões de baixa sismicidade, como consequência, estudos prévios realizados na América do Sul não mapearam com clareza áreas menores do continente, como a região da bacia do Paraná. Para descrever a estrutura da crosta na região da bacia do Paraná, além de dados obtidos através da análise de terremotos andinos, foram utilizadas curvas de dispersão provenientes da correlação do ruído ambiental entre pares de estações sismográficas, técnica conhecida com Ambient Noise Tomography (ANT). Os mapas de velocidade de grupo obtidos correspondem bem com as principais províncias geológicas já conhecidas na América do Sul: baixas velocidades sob os andes e bacias sedimentares e altas velocidades sob regiões cratônicas. As anomalias de alta velocidade encontradas para o manto superior, concordam com trabalhos prévios que confirmam a presença de um núcleo cratônico sob a bacia. Contudo, não é possível afirmar se tal núcleo está intacto ou não, principalmente devido resultados anteriores que mostram evidências da existência de um núcleo dividido por zonas de sutura. No entanto, a tomografia de ondas de superfície não possui resolução para confirmar este modelo. Como as etapas do processamento de dados são bem definidas e independentes, à medida que novas estações forem instaladas com o avanço do projeto BRASIS, novos caminhos serão adicionados à base inicial, aumentando a resolução e confiabilidade dos resultados futuros.

ABSTRACT. Conventional seismic tomography is known to have poor resolution in regions of low seismicity, therefore, studies carried out in South America did not mapped clearly smaller areas of the continent, for example the region of the Paraná basin. To describe the of the crustal structure of the Paraná basin, in addition to data obtained by analysis of Andean earthquakes, we used dispersion curves from ambient noise correlation between pairs of seismographic stations, a technique known by Ambient Noise Tomography (ANT). The obtained group velocity maps correspond well with the main geological provinces already known in South America: low velocities under the Andes and sedimentary basins and high velocities in cratonic regions. The high velocity anomalies encountered in the upper mantle, agree with previous studies that confirm the presence of a nucleus in the cratonic basin. However, it is not possible to say whether such a nucleus is intact or not, mainly because previous results showing evidence of the existence of a nucleus divided by suture zones. Nevertheless, surface wave tomography has no resolution to confirm this model. The steps of data processing of this work are well defined and independent, thus, as new stations will being deployed with the advance of BRASIS Project, new paths will be added to the database, increasing the resolution and reliability of the future results.

AValiação de Metodologias de Interpolação Espacial para Dados Geofísicos de Espessura Crustal do Brasil

Cesar Garcia Pavão

Orientador: Dr. George Sand Leão Araújo de França (UnB)

129 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 25.04.2014

RESUMO. A utilização de metodologias de interpolação espacial de dados está se tornando cada vez mais frequente nas análises geofísicas, em função de que, atualmente, diversos *softwares* já contêm diversos desses métodos, permitindo análises mais detalhadas. No presente trabalho avaliam-se oito métodos de interpolação espacial, para dados de espessura crustal, provenientes de função do receptor, sísmica e gravimetria, das províncias tectônicas do Brasil, com intuito de confeccionar um mapa da Moho para essas regiões. Os métodos utilizados foram IDW, *Natural Neighbor*, *Spline*, *Kriging*, *Radial Basis Function*, *Local Polynomial Interpolation*, *Global Polynomial Interpolation* e *Topo to Raster*. Foram compilados 776 dados de espessura crustal sendo 281 dentro do limite do território brasileiro, os demais foram utilizados para minimizar os erros de borda gerados durante o processo de interpolação. Os dados foram processados através das ferramentas de interpolação localizadas no *Spatial Analyst Tools* e *Geostatistical Wizard* do programa ARCGIS 10. Para validação dos modelos foi utilizada a técnica de reamostragem denominada *Jackknife*, a qual foi de suma importância para normalização dos valores mínimos e máximos calculados e corroborando com a obtenção dos resíduos gerados no processo. Para comparação entre os modelos foram utilizados seis critérios estatísticos, nos quais os modelos *Kriging*, *Topo to Raster* e *Global Polynomial Interpolation* apresentaram os melhores resultados. Os modelos obtidos pelos métodos *Spline*, *Radial Basis Function* não honraram os dados de entrada. Já os modelos IDW, *Natural Neighbor* e *Global Polynomial Interpolation* geraram anomalias não condizentes com as características físicas da crosta, enquanto o *Local Polynomial Interpolation* gerou um modelo suave suprimindo informações importantes sobre a crosta. Dentre os modelos analisados, o *kriging* e o *Topo to Raster* foram os que melhor fizeram. Com a publicação de novos dados de espessura crustal para o Brasil, modelos poderão ser gerados de forma rápida, prática e eficiente.

ABSTRACT. The use of methods for data spatial interpolation is becoming increasingly common in geophysical analyses, because of that, currently, many softwares already contain many of these methods, allowing a more detailed analysis. In this paper, we evaluate eight methods of spatial interpolation for data of crustal thickness from Receiver Function, seismic and gravity data of Brazils tectonic provinces, aiming to prepare a map of the Moho for these regions. The methods used were IDW, Natural Neighbor, Spline, Kriging, Radial Basis Function, Local Polynomial Interpolation, Global Polynomial Interpolation and Topo to Raster. There were 776 crustal thickness data compiled with 281 being within the limits of the Brazilian territory, the rest were used to minimize errors edge generated during the interpolation process. The data were processed through the interpolation tools located in the Spatial Analyst Tools and Geostatistical Wizard of the ARCGIS 10 program. For model validation a resampling technique was used, denominated Jackknife, which was of prime importance to standardize the minimum and maximum calculated values and corroborating with the waste generated attainment in the process. To compare the models six statistical criteria were used, in which Kriging, Topo to Raster and Global Polynomial Interpolation models showed the best results. The models obtained by Spline Radial Basis Function methods did not honour the input data. However, IDW, Natural Neighbor and Global Polynomial Interpolation models generated inconsistent anomalies with the physical characteristics of the crust, while Local Polynomial Interpolation reproduced a smooth model suppressing important information about the crust. Among the analysed models, kriging and Top Raster were the best ones. With the publication of new data of crustal thickness for Brazil, models can be generated in a quickly, more practical and efficient way.

UTILIZAÇÃO EM ANÁLISE DE COMPONENTE (ICA) PARA REMOÇÃO DE RUÍDO EM DADOS DE PERFIS DE POÇO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR EM RESERVATÓRIOS E HIDROCARBONETOS

Paulo Roberto Alves Neto

Orientador: Dr. Giovanni Chaves Stael (ON)

78 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 28.04.2014

RESUMO. O procedimento tradicional para aumentar a relação sinal-ruído dos trens de eco da ferramenta de perfil a cabo de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) baseia-se no empilhamento dos dados obtidos em diferentes profundidades em um intervalo de profundidade determinado. Embora este seja um método eficiente para aumentar a relação sinal-ruído, também reduz a resolução vertical do sinal adquirido. Portanto, é necessário estabelecer um equilíbrio entre cancelamento do ruído e manutenção da integridade do sinal adquirido, mas ainda assim alcançar resoluções verticais e espectrais aceitáveis. Na tecnologia de perfuração RMN, a resolução vertical, geralmente avaliada pela comparação entre as curvas de porosidade do RMN e as curvas de porosidade das ferramentas de perfil de densidade e neutrão, é importante. No entanto, o ruído também pode afetar a distribuição espectral do sinal invertido dos trens de eco da ferramenta de RMN que gera as distribuições de T_1 e/ou T_2 e seus componentes, como: água adsorvida em argilo-minerais, água irreduzível e fluido livre. Na área de aprendizagem automática aplicada à sua vizinhança, novos algoritmos têm sido desenvolvidos usando abordagens como ICA (*Independent Component Analysis*), que são baseados em explorar a independência estatística dos componentes do sinal. ICA na verdade coloca uma condição matemática mais forte sobre a independência de dados, e da perpendicularidade (sobre a qual a Análise de Componentes Principais – PCA – se baseia). No entanto, uma vez que ICA é um tipo de técnica de “separação defontecega” (*blind source separation*), o subespaço da solução ICA é geralmente determinado pelos respectivos números de componentes principais obtidos após a execução da PCA. Há várias abordagens de ICA propostas na literatura. Um dos mais populares é o algoritmo “FastICA”. O mesmo foi escolhido para o teste, devido à sua facilidade de implementação no ambiente computacional MatLab. Os resultados obtidos a partir de dados simulados mostram que a remoção de ruído, a partir do método ICA, pode ser mais eficaz que o empilhamento, desde que as componentes ICA sejam selecionadas adequadamente, pois foi verificado um ganho na resolução espectral dos dados filtrados, o que torna a ferramenta útil para a realização de estudos de eletrofácies ou identificação de intervalos de fluxo. Além disso, houve um incremento de até 5% na porosidade efetiva (PHIE) em relação à porosidade efetiva do dado não filtrado em determinados intervalos. Quando comparadas as porosidades fluido livre (FF), observou-se que os dados filtrados também apresentaram um incremento de cerca de 2% em relação aos dados não filtrados. O equilíbrio entre a preservação de uma quantidade significativa do sinal e a filtragem do montante certo de ruído é um aspecto sensível na implementação ICA para remoção de ruído, quando as características rocha-fluido estão sendo exploradas. Resultados a partir de dados reais mostram que ICA pode ser facilmente adaptado para o pós-processamento em análise de perfis, mas a seleção de subespaço ICA representa um grande desafio.

ABSTRACT. The traditional procedure for increasing the signal-to-noise ratio of NMR echo trains is based on stacking and then averaging the data acquired at different depths up to a certain depth interval. Although this works efficiently in increasing the signal-to-noise ratio, it also reduces the vertical resolution of the acquired signal. Therefore a trade-off has to be made between cancelling the noise level without deteriorating the targeted Signal but yet still achieving acceptable vertical and spectral resolutions. In NMR logging technology, vertical resolution, usually assessed by NMR-total porosity compared to neutron-density porosity, is important. However, noise can also affect the spectral distribution of the inverted Signal that generates the T_1 or T_2 distribution and its components like: clay-bound water, irreducible water, and free fluid. In the area of machine learning applied to denoising, relatively new algorithm developments are using approaches like ICA (*Independent Component Analysis*), which are based on exploring the statistical independency of the Signal components. ICA in fact, puts a stronger mathematical condition on the data-independency – rather than perpendicularity (which traditional Principal Component Analysis (PCA) is based on). However, since ICA is a kind of blind source separation algorithm, the subspace of the ICA solution is usually determined by the relevant numbers of principal components obtained after running PCA. There are several ICA approaches proposed in the literature. One of the most popular is the “FastICA” algorithm. We choose the FastICA algorithm for our test due to its ease of implementation in the MATLAB computational environment. The results from simulated data show that ICA-denoising can be more effective than stacking, if the numbers of the blindly defined ICA components are properly selected. The tradeoff between preserving a significant amount of Signal and filtering the right amount of noise is a sensitive aspect in implementing ICA for denoising when rock-fluid characteristics are being explored. Results from real data show that ICA can be readily adapted for post-processing in log analysis, but the selection of ICA-subspace poses a major challenge.