

RESUMOS DE TESES E DISSERTAÇÕES
ABSTRACTS OF THESES AND DISSERTATIONS

APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTIVARIADA NA MODELAGEM DE ELETROFÁCIES E GERAÇÃO DE MODELOS FACIOLÓGICOS ATRAVÉS DA GEOESTATÍSTICA

Huaila Fonseca Ayres

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO CAMPO MAGNÉTICO NA TERRA

Vitor Hugo Alves Dias

ANÁLISE DA DISPERSÃO DE ONDAS DE SUPERFÍCIE NA PROVÍNCIA BORBOREMA, NORDESTE DO BRASIL

Rosana Maria do Nascimento

ESTUDO DA SISMICIDADE NA REGIÃO DE SOBRAL – CE EM 2008

Paulo Henrique Sousa de Oliveira

ANÁLISE DE AVO E ESTUDO DE VIABILIDADE SÍSMICA 4D PARA RESERVATÓRIOS CARBONÁTICOS

Irineu de Azevedo Lima Neto

PROCESSAMENTO E IMAGEAMENTO DE DADOS SÍSMICOS MARINHOS

Hamilton Monteiro de Lima Júnior

PROCESSAMENTO E IMAGEAMENTO NMO/CRS DE DADOS SÍSMICOS MARINHOS

Fernando Sales Martins Nunes

ANÁLISE ESTRUTURAL DA DEFORMAÇÃO CENOZOICA NA BACIA DE CUMURUXATIBA (BA)

Talles Souza Ferreira

INVESTIGAÇÕES SOBRE ANÁLISE DE VELOCIDADES E EMPILHAMENTO DE DADOS DE REFLEXÃO SÍSMICA RASA

Michelle David Watanabe

ATENUAÇÃO DA REFLEXÃO MÚLTIPLA DO FUNDO MARINHO UTILIZANDO A DECONVOLUÇÃO PREDITIVA ADAPTATIVA

Ricardo Felipe Chartuni Cabral da Cruz

MAGNETISMO DE SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS DO PLATÔ DE SÃO PAULO: IMPLICAÇÕES GEOMAGNÉTICAS E PALEOCEANOGRÁFICAS

Grasiane Luz Mathias

ANISOTROPIA MAGNÉTICA E DE FORMA DE DIQUES CLÁSTICOS DA FORMAÇÃO CORUMBATAÍ, PERMIANO DA BACIA DO PARANÁ

Edgard Lenk Catelani

INVERSÃO PARA CSEM MARINHO EMPREGANDO DERIVADAS ANALÍTICAS

João Lucas Silva Crepaldi

INVERSÃO HIPOCENTRAL UTILIZANDO VÍNCULO DE PROXIMIDADE A EIXO OU PLANO

Flávio Lemos de Santana

ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM MAGNETÔMETRO DE RESSONÂNCIA: DO MAGNETÔMETRO DE PRECESSÃO NUCLEAR DE PRÓTONS AO MAGNETÔMETRO OVERHAUSER

André Wiermann

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS HIDROGEOLÓGICOS COMO SUBSÍDIO PARA MODELAGEM DE AQUÍFERO INTEGRADA A ESTUDOS GEOFÍSICOS NA REGIÃO DE BEBEDOURO-SP

Ivan Mamede Carlos

APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTIVARIADA NA MODELAGEM DE ELETROFÁCIES E GERAÇÃO DE MODELOS FACIOLÓGICOS ATRAVÉS DA GEOESTATÍSTICA

Huaila Fonseca Ayres

Orientadores: Dr. José Agnelo Soares (UFMG) e Dr. Luiz Landau (COPPE-UFRJ)
95 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 01.02.2010

RESUMO. Este trabalho refere-se à modelagem de eletrofácies em um campo de petróleo na Bacia do Recôncavo no estado da Bahia. Foram utilizados dados de perfis geofísicos e descrição de testemunho de um único poço para modelagem de 33 poços que não dispunham da informação de testemunho, mas que haviam sido perfilados com uma suite de curvas, incluindo o perfil de nêutrons pulsados. A modelagem de eletrofácies foi realizada aplicando-se regras estatísticas discriminantes, obtendo-se assim fácies sintéticas nos 33 poços. A fim de conferir a eficiência dos resultados nos 33 poços que não dispunham das descrições de testemunho, as colunas de fácies sintéticas de cada poço foram comparadas com suas respectivas curvas de saturação derivada dos dados de nêutrons pulsados. Tal comparação mostra que apesar de geradas através de uma regra estatística definida apenas com dados de um único poço, as fácies sintéticas coincidem, na maioria das vezes, com a resposta das eletrofácies de cada um desses poços. Um bom ajuste foi encontrado para todos os poços, sugerindo que o procedimento aqui usado para modelagem de eletrofácies é adequado ao menos para este campo petrolífero. Em seguida, utilizou-se as informações obtidas pelas fácies em cada poço para prever valores de fácies nos espaços interpoços através da Geoestatística, gerando assim um cubo 3D de fácies representativo da área obtido como resultado da *krigagem*.

ABSTRACT. This work concerns logfacies modeling for an onshore oil field of Recôncavo Basin, Bahia state, Brazil. Data from geophysical logs and core description of only one well was used to model 33 wells that did not have core information, but have a suite of logging curves which includes neutron pulsed logs. Logfacies modeling was performed according to discriminant statistical rules, resulting in synthetic facies for all 33 wells. In order to check the efficiency of logfacies prediction on the 33 wells for which core description was not available, the logfacies columns were compared with a hydrocarbon saturation curve derived from pulsed neutron data. The comparison shows that although the synthetic facies were generated by a statistical rule defined just with one well, in general, they are similar with eletrofacies response of each well. A very good match was found for all wells, suggesting the used procedure as suitable for logfacies modeling, at least for this oil field. Finally, the information obtained by the facies in each well was used to predict facies values in non-sampled areas through Geoestatistic, thereby generating a facies 3D cube representative of the area obtained as a result of kriging.

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO CAMPO MAGNÉTICO NA TERRA

Vitor Hugo Alves Dias

Orientador: Dr. Andrés Reinaldo Rodriguez Papa (ON)

48 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 19.07.2010

RESUMO. Nesta dissertação é estendido a nível global, através do índice SYM-H e para o período 1981-2002, um estudo publicado recentemente pelo nosso grupo, relativo às distribuições de medições geomagnéticas locais, próximas à anomalia do Atlântico Sul, para o período 1998-2003, proposto como uma potencial ferramenta de previsão. Encontramos, mais uma vez, uma correlação entre as distribuições e as intensidades das tempestades correspondentes. Adicionalmente, encontramos uma correlação entre a variação temporal das distribuições e as intensidades das tempestades correspondentes, que também pode servir como um método probabilístico de previsão de tempestades geomagnéticas. Os dados utilizados foram obtidos no World Data Center for Geomagnetism, Kioto, Japão. Nos apêndices são incluídos, além do trabalho publicado sobre o conteúdo desta dissertação, outras duas publicações sobre o comportamento do campo magnético que pode ser medido na superfície da Terra, resultados de pesquisas simultâneas à dissertação propriamente dita.

ABSTRACT. Here we extend to global level, through the SYM-H index, and for the period 1981-2003, a study recently published by our group regarding distributions of local geomagnetic measurements near the South Atlantic anomaly, for the period 1998-2003, advanced as a potential forecasting tool. We have found, once more, a correlation between distributions and the corresponding storm intensities. A step forward was the finding of a correlation between the temporal variation of distributions and the corresponding storm intensities which could also serve as a probabilistic storm forecasting method. The data was obtained at the World Data Center for Geomagnetism, Kyoto, Japan.

ANÁLISE DA DISPERSÃO DE ONDAS DE SUPERFÍCIE NA PROVÍNCIA BORBOREMA, NORDESTE DO BRASIL

Rosana Maria do Nascimento

Orientador: Dr. Aderson Farias do Nascimento (UFRN)

97 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 03.08.2010

RESUMO. A Província Borborema, Nordeste do Brasil, tem sua estrutura interna investigada por diferentes métodos geofísicos: gravimétricos, magnéticos e sísmicos. Adicionalmente, muitos estudos geológicos foram levados a definir domínios estruturais para a província; mas, ainda há muitos aspectos em aberto sobre sua evolução. Neste trabalho, estudamos o comportamento da velocidade da onda S com a profundidade na crosta, usando a característica de dispersão das ondas de superfície. No método Interestação, a dispersão calculada em cada estação, nos ajuda a estimar a espessura média da crosta na região entre as duas estações. As inversões das curvas de dispersão são feitas usando a dispersão interestação de ondas Rayleigh e Love. Os eventos tectossísmicos selecionados são principalmente das bordas das placas Sul-Americana e Americana. O período da coleta de dados ocorreu entre 2007 e 2010. Foram usados 7 eventos com magnitudes acima de 5,0 M_W e até 40 km de profundidade. A pequena quantidade de dados se justifica pelo fato dos eventos estarem a pelo menos 10° do caminho de círculo máximo entre as estações. Usamos também o conhecimento da profundidade da Moho, resultados de Funções do Receptor (Novo Barbosa, 2008) como vínculos na inversão. Mesmo usando diferentes parametrizações de modelos para a inversão, nossos resultados foram de perfis médios de velocidade de onda S muito parecidos. Nos pares de estações localizados no domínio Ceará Central da Província Borborema, há intervalos de profundidades, para os quais as velocidades de S são muito próximas na região interestação desse domínio. Na maioria dos resultados, as variações da velocidade da onda S no perfil próximas a Moho, dificultam a interpretação dos mesmos a essa profundidade e podem indicar forte variação lateral, coincidindo com a geologia da região, onde existem muitas zonas de cisalhamento. Em particular, o perfil que possui a Bacia Potiguar no percurso interestação, apresenta baixas velocidades na crosta. Integramos esses resultados aos resultados da gravimetria e magnetometria (Oliveira, 2008) e função do receptor (Novo Barbosa, 2008). Assim, obtivemos os primeiros indícios sobre o comportamento da velocidade da onda S com a profundidade, na Província Borborema.

ABSTRACT. The Borborema Province, Northeastern Brazil, had its internal structure investigated by different geophysical methods like gravity, magnetics and seismics. Additionally, many geological studies were also carried out to define the structural domains of this province. Despite the plethora of studies, there are still many important open aspects about its evolution. Here, we study the velocity structure of S-wave in the crust using dispersion of surface waves. The dispersion of surface waves allows an estimate of the average thickness of the crust across the region between the stations. The inversion of the velocity structure was carried out using the inter-station dispersion of surface waves of Rayleigh and Love types. The teleseismic events are mainly from the edges of the South and North American plates. The period of data collection occurred between 2007 and 2010 and we selected 7 events with magnitude above 5.0 M_W and up to 40 km depth. The difference between the events back-azimuths and the interstation path was not greater than 10° . We also know the depth of the Moho, results from Receiver Functions (Novo Barbosa, 2008), and use those as constrains in inversion. Even using different parameterizations of models for the inversion, our results were very similar the mean profiles velocity structure of S-wave. In pairs of stations located in the Ceará Central Domain Borborema the province, there are ranges of depths for which the velocities of S are very close. Most of the results in the profile near the Moho complicate their interpretation at that depth, coinciding with the geology of the region, where there are many shear zones. In particular, the profile that has the route Potiguar Basin in inter-station, had low velocities in the crust. We combine these results to the results of gravimetry and magnetometry (Oliveira, 2008) and receptor function (Novo Barbosa, 2008). We finally, the first results on the behavior of the velocity structure of S-wave with depth in the Province Borborema.

ESTUDO DA SISMICIDADE NA REGIÃO DE SOBRAL – CE EM 2008

Paulo Henrique Sousa de Oliveira

Orientador: Dr. Joaquim Mendes Ferreira (UFRN)

121 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 03.08.2010

RESUMO. A cidade de Sobral está localizada na porção noroeste do estado do Ceará, a 250 km de sua capital, Fortaleza. Em janeiro de 2008, uma intensa atividade sísmica iniciou-se nas proximidades de Sobral, ocorrendo um evento com magnitude $4,2m_b$ no dia 21 de maio. Todos os eventos, desde o início, foram registrados pela estação SBBR, localizada na fazenda da EMBRAPA Caprinos, que opera na região desde agosto de 2007. Após o evento de maio de 2008, o monitoramento da sismicidade foi realizado com uma rede sismográfica local, com início de operação no dia 5 de junho de 2008. Inicialmente, esta rede foi constituída de 6 estações sismográficas digitais, sendo depois preenchida com mais 5, totalizando 11 estações digitais, cada uma com 3 componentes. Após isto, a rede voltou a operar com seis estações, até o dia 24 de setembro de 2008. A rede de estações sismográficas operou entre o dia 5 de junho e 26 de setembro de 2008, detectando cerca de 2.800 sismos, em pelo menos uma estação. No presente trabalho foram analisados os 581 sismos registrados, no mínimo, em três estações, objetivando a determinação de hipocentros, mecanismos focais e contribuir para uma melhor compreensão da sismicidade ocorrida na região noroeste do Ceará. Para a determinação hipocentral, foi utilizado um modelo de semiespaço, com parâmetros iguais a 6,00 km/s para a velocidade da onda P e 1,71 para a razão entre as velocidades das ondas P e S, obtido a partir da análise dos dados. Foi encontrada uma zona sísmica ativa com profundidade variando entre 1 e 8 km, com 6 km de extensão em superfície e com direção aproximada E-W. Um conjunto de 24 sismos, com melhor determinação hipocentral, foi selecionado para obter os parâmetros dos planos de falha e mecanismos focais. A determinação dos planos de falha e mecanismos focais foi obtida com o auxílio dos programas PLAN e FPFIT, possibilitando a utilização dos resultados do primeiro numa melhor definição do mecanismo focal. Com auxílio do mapa detalhado dos hipocentros deste conjunto de 24 sismos, foi possível identificar três aglomerados de sismos, possibilitando sua divisão em três subconjuntos. Os mecanismos obtidos foram do tipo transcorrente, com movimento dextral. Apesar de a região possuir duas importantes estruturas tectônicas próximas ao local da área estudada: a falha Café-Ipueiras (falha normal) e o Lineamento Sobral-Pedro II (falha transcorrente dextral), não foi possível obter correlação entre a sismicidade encontrada e qualquer uma dessas feições geológicas.

ABSTRACT. The town of Sobral is located at the northwest part of the Ceará State, 250 km away from its capital, Fortaleza. In January 2008, an intense seismic activity began near Sobral with one event with magnitude $4.2m_b$ on May 21. Since the start of this seismic activity, all events were recorded by the SBBR station (located on EMBRAPA Caprinos Farm), which operates in the region since August, 2007. After this event, monitoring the seismic activity was carried out with the deployment of a local three component digital seismographic network, from June 5, 2008 until September 24. Initially, this network was composed of six seismographic stations. Later additional five stations were deployed until August 26, 2008. This local network detected approximately 2,800 earthquakes. In this study we analyzed 581 earthquakes recorded by at least three stations for hypocentral and focal mechanism determination, and to contribute to a better explanation of the seismicity which in this region. To determine the hypocenters, we used a half-space model, with $v_p = 6.00$ km/s and $v_p/v_s = 1.71$. From the hypocentral determination, it was revealed an active seismic zone with depth ranging between 1 and 8 km, 6 km long in E – W direction. The determination of fault planes and focal mechanism was obtained using the programs FPFIT and PLAN, which allowed comparison between their respective results in order to obtain more accurate results. A set of 24 earthquakes were selected to determine fault using PLAN planes and focal mechanisms using FPFIT. With the aid of detailed map of hypocenters this set, it was possible to identify three structures. Therefore, the set of 24 earthquakes were divided into three subsets. The type of mechanism was predominantly strike-slip with a dextral direction. Although the region has two tectonic structures near the site of the study area: the Café-Ipueiras Fault (normal fault) and the Sobral-Pedro II Lineament (dextral strike-slip fault) it was not possible to correlate the seismicity founded with those structures.

ANÁLISE DE AVO E ESTUDO DE VIABILIDADE SÍSMICA 4D PARA RESERVATÓRIOS CARBONÁTICOS

Irineu de Azevedo Lima Neto

Orientador: Dr. Luiz Geraldo do Carmo Lucchesi Loures (Lenep/Uenf)

128 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 01.09.2008

RESUMO. O uso da técnica sísmica 4D tem sido um desafio para o monitoramento de reservatórios carbonáticos, apesar de grande sucesso para uso em reservatórios siliciclásticos. Assim, são necessários estudos a fim de entender anomalias em dados sísmicos, por meio da aplicação de análise AVO (*Amplitude Versus Offset*) para diversas saturações de fluidos. Outro fator importante é o estabelecimento de metodologias que permitam estudos da sísmica 4D em carbonatos, e promoção de análises mais eficientes para detecção de fluidos. No Brasil, ainda são poucos os trabalhos publicados sobre o assunto e as reservas petrolíferas carbonáticas cada vez mais ganham importância, devido às descobertas ou recuperação de campos já em produção. Nesta dissertação é feita uma revisão bibliográfica sobre reservatórios de rocha carbonática, permitindo a proposição de uma metodologia de estudo de sísmica 4D baseado em análise de AVO e *crossplots* de parâmetros petrofísicos e elásticos, para casos de saturação por água salobra, óleo e gás; sob condições específicas de pressão, temperatura e variação de saturações, assim criar um ambiente controlado, simulando dados sísmicos 1D, então distinguir saturações e promover a sísmica 4D, em reservatórios carbonáticos, atestando sua viabilidade. A metodologia proposta foi aplicada em reservatórios carbonáticos sintéticos segundo referências bibliográficas. Os testes em calcários e dolomitos apresentaram tendências de variação em seus parâmetros elásticos e petrofísicos de forma semelhante, porém com sensibilidade limitada às fases de saturação, expressando maiores alterações a fase gás. A análise de AVO aplicada aos exemplos de reservatórios dolomito e calcário clásticos produziram anomalia de classe IV, características de uma interface rígida de trapa no topo do reservatório, causando baixa impedância e baixo contraste sísmico, conforme o esperado. Logo, empregou-se a análise de *crossplots* para diferenciar saturações, com verificação de maior potencial de sucesso na expressão àqueles baseados no parâmetro densidade da rocha.

ABSTRACT. The use of 4D seismic technique has been a challenge for the monitoring of carbonate reservoirs, despite great success for use in siliciclastic reservoirs. Thus, studies are needed to understand anomalies on seismic data, through application of AVO analysis (Amplitude Versus Offset) for different fluids saturation. Another important factor is the establishment of methodologies that allow time-lapse studies in carbonate, promoting more efficient analysis on fluids detection. In Brazil, there are few studies published about this subject and oil carbonate reserves increasingly gaining importance due to the discovery or fields recovering under production. In this dissertation is done a literature review of carbonate rock reservoirs, allowing the proposition of a methodology to study time-lapse based on AVO analysis, petrophysical parameters and elastic crossplots, for cases of brine, oil and gas saturation; under specific conditions of pressure, temperature and saturation variation, in order to create a controlled environment, simulating seismic data 1D to distinguish saturation and promote time-lapse in carbonate reservoirs, proving its viability. The proposed methodology was applied in synthetic reservoirs, according to references. Tests on dolostones and limestones showed change trends in its elastic and petrophysical parameters in a similar way, but with limited sensitivity to saturation phase, expressing largest changes to gas phase. The AVO analysis applied to examples of dolostone and limestone clastic reservoirs produced anomaly class IV, characteristics of a rigid trap interface at the top of the reservoir, causing low impedance and low seismic contrast, as expected. Therefore, the crossplots analysis that best served to differentiate saturations was employed, based on rock density parameter.

PROCESSAMENTO E IMAGEAMENTO DE DADOS SÍSMICOS MARINHOS

Hamilton Monteiro de Lima Júnior

Orientador: Dr. Lourenildo Williane Barbosa Leite (IG/UFPA)

116 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 01.09.2010

RESUMO. O presente trabalho constou do processamento e imageamento de dados sísmicos marinhos reais obtidos na plataforma continental oriental Atlântica brasileira da Bacia do Jequitinhonha. A etapa de pré-processamento foi realizada em parceria com o Grupo de Pesquisa em Sísmica da Universidade Federal de Bahia, que aplicou o método de atenuação de múltiplas denominado SRME ao dado. Em seguida, este dado foi submetido à aplicação de várias outras técnicas utilizando o pacote livre da CWP/SU. A etapa de processamento WIT/CRS constou da aplicação de três fluxogramas que utilizam a tecnologia CRS para simulação de seções ZO. Estes fluxogramas diferiram segundo a inclusão sistemática dos processos denominados Correção Residual Estática e Densificação do Dado Pré-empilhamento. Os resultados dos três fluxogramas foram comparados entre si com o objetivo de mostrar a evolução da qualidade visual das seções resultantes através da continuidade dos eventos traço-a-traço e da relação sinal/ruído. Além de seção CRS empilhada, é também obtida uma seção de migração CRS que tem a intenção de ser usada para interpretação geológica, com o objetivo de promover melhores condições quanto à indicação de uma possível perfuração com sucesso.

ABSTRACT. The work consisted in processing and imaging of real seismic data obtained over the marine continental shelf of eastern Brazilian Atlantic of the Jequitinhonha Basin. The processing stage was performed in partnership with the Seismic Research Group of Federal University of Bahia that applied the SRME method for multiple attenuation of the data. Next, these data were submitted to several processing techniques using the free package CWP/SU. The CRS processing stage consisted in the application of three workflows that used the CRS technology for simulating ZO sections. These workflows differed according to the systematic inclusion of the processes named Residual Static Correction and Pre-stack Data Enhancement. The results of these three workflows were compared with each other to show the evolution of the visual quality of the resulting sections through the event continuity, as well as the signal-to-noise ratio. In addition to the stacked sections, it was also obtained the CRS migration sections that are intended to be used for plausible geological interpretation aiming at a possible indication for a successful drilling.

PROCESSAMENTO E IMAGEAMENTO NMO/CRS DE DADOS SÍSMICOS MARINHOS

Fernando Sales Martins Nunes

Orientador: Dr. Lourenildo Willame Barbosa Leite (IG/UFPA)

103 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 01.09.2010

RESUMO. Este trabalho é voltado ao processamento e imageamento de dados de reflexão sísmica marinha selecionados da Bacia do Jequitinhonha, Bahia, em que foram utilizadas duas metodologias de empilhamento, o NMO e o CRS, tendo sido também aplicado o CRS-parcial para densificação de CMPs. Vários testes foram efetuados visando à otimização de parâmetros e para as aberturas dos operadores, visando melhorar as estratégias de processamento. Um dos esforços durante o processamento foi atenuar a múltipla de superfície livre pela aplicação das técnicas SRME e Radon. Foi também aplicado a densificação dos dados para melhorar a razão sinal/ruído. Como uma conclusão, uma estratégia de processamento foi escolhida com base nos resultados comparativos de melhor qualidade visual e valores altos de coerência, tendo o empilhamento CRS apresentado qualidade superior aos do empilhamento NMO, com base na visualização de eventos de reflexão que não foram notados em outras seções.

ABSTRACT. This work is devoted to processing and imaging of marine seismic reflection data selected from the Jequitinhonha-Basin, Bahia, where two stack methods were used, the NMO-based and the CRS-based. It was also applied the CRS-partial prestack data enhancement for the densification of CMPs. Several tests were performed with these methods to optimize parameters of the stacking operators, and to improve the processing strategies. One of the efforts during processing was the attenuation of the surface-related multiple, what was attacked by applying the Radon and SRME techniques. It was also applied the densification of the data to improve the signal/noise ratio. As a conclusion, a strategy was chosen based on the comparative results of better visual and higher coherence values, having the CRS method presented superior results to the results with the NMO method, based on the visualization of reflection events that were not noticed in other sections.

ANÁLISE ESTRUTURAL DA DEFORMAÇÃO CENOZOICA NA BACIA DE CUMURUXATIBA (BA)

Talles Souza Ferreira

Orientador: Dr. Fernando César Alves da Silva (UFRN)

127 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 03.09.2010

RESUMO. A Bacia de Cumuruxatiba está localizada no extremo sul da costa do Estado da Bahia, no Nordeste do Brasil. Esta bacia foi formada em ambiente distensional, com rifting e posterior fase termal durante o Neocomiano até final do Cretáceo. Durante o Cenozoico ocorre o magmatismo de Abrolhos na bacia com picos durante o Paleoceno e Eoceno. Neste período ocorre uma inversão cinemática na bacia representada por dobras relacionadas a falhas reversas. Restaurações estruturais regionais de seções sísmicas 2D, revelaram que a maior parte da deformação está concentrada no início do Cenozoico com o pico no Eoceno Inferior. O período pós-Eoceno é marcado pela diminuição da taxa de deformação até o presente. A modelagem estrutural 3D revelou uma frente de dobras (de orientação E-W variando para NE-SW) acomodando a deformação entre os altos vulcânicos de Royal Charlotte e Sulphur Minerva. Os derrames vulcânicos causaram uma sobrecarga diferencial nas bordas da bacia que serviu de gatilho para atuação da halocinese, como já demonstrado em modelagens físicas na literatura. Consequentemente, a deformação tende a ser maior na bordas da bacia. As rochas vulcânicas ocorrem principalmente como estruturas concordantes (*sills*) nos sedimentos sin-tectônicos revelando uma deposição concomitante à deformação. O estudo dos mapas de isópacos e diagramas com orientação do eixo de deformação revelaram que maior parte das dobras foram ativadas e reativadas em diferentes períodos durante o Cenozoico. As dobras apresentam padrões cinemáticos variados ao longo do tempo que refletem a atuação diferencial dos altos vulcânicos adjacentes. Estas interpretações aliadas a informações sobre os sistemas petrolíferos da bacia são importantes no mapeamento dos prospectos para hidrocarbonetos.

ABSTRACT. The Cumuruxatiba basin is located at the southern coast State of Bahia in northeastern of Brazil. This basin was formed in distensional context, with rifting and subsequent thermal phase during Neocomian to late Cretaceous. At Cenozoic ages, the Abrolhos magmatism occurs in the basin with peaks during the Paleocene and Eocene. In this period, there was a kinematic inversion in the basin represented by folds related to reverse faults. Structural restoration of regional 2D seismic sections revealed that most of the deformation was concentrated at the beginning of the Cenozoic time with the peak at the Lower Eocene. The post-Eocene is marked by a decrease of strain rate to the present. The 3D structural modeling revealed a fold belt (trending EW to NE-SW) accommodating the deformation between the Royal Charlotte and Sulphur Minerva volcanic highs. The volcanic eruptions have caused a differential overburden on the borders of the basin. This acted as the trigger for halokinesis, as demonstrated by physical modeling in literature. Consequently, the deformation tends to be higher in the edges of the basin. The volcanic rocks occur mainly as concordant structures (*sills*) in the syn-tectonic sediment deposition showing a concomitant deformation. The isopach maps and diagrams of axis orientation of deformation revealed that most of the folds were activated and reactivated at different times during the Cenozoic. The folds exhibit diverse kinematic patterns over time as response to behavior of adjacent volcanic highs. These interpretations allied with information on the petroleum system of the basin play important role in mapping the prospects for hydrocarbons.

INVESTIGAÇÕES SOBRE ANÁLISE DE VELOCIDADES E EMPILHAMENTO DE DADOS DE REFLEXÃO SÍSMICA RASA

Michelle David Watanabe

Orientador: Dra. Líliliana Alcazar Diogo (IAG/USP)
62 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 09.09.2010

RESUMO. Este trabalho objetiva melhorar a qualidade das etapas de análise de velocidades e empilhamento de dados de reflexão sísmica rasa. Para tanto, investigamos situações específicas em que as reflexões não são observadas dentro da validade da aproximação hiperbólica das curvas de tempo de percurso que é empregada nos procedimentos convencionais de análise de velocidades. Várias aproximações para a curva de tempo de percurso foram avaliadas e constatamos que a mais apropriada à escala de investigação rasa foi a aproximação conhecida por hipérbole deslocada. Os resultados obtidos para a análise de velocidade de dados sintéticos e reais mostraram que mesmo existindo uma forte ambiguidade no ajuste da curva $t(x)$, há uma relação teórica do parâmetro S da equação de tempo com os demais parâmetros do modelo (velocidade de RMS e tempo normal), que pode ser utilizada como um vínculo para validar o resultado da análise de velocidades. Exemplificamos através de dados sintéticos que a anisotropia do meio afeta os tempos de percurso de forma significativa na escala de sísmica rasa. Portanto, esforços adicionais devem ser direcionados para a realização do processo de análise de velocidades utilizando uma equação de tempo de percurso que seja apropriada a meios anisotrópicos. Visando evitar a degradação na qualidade dos dados devido ao estiramento da correção NMO convencional, propomos a implementação de uma correção NMO que seja constante ao longo da duração do pulso refletido. Para tanto, adaptamos os programas de correção estática. O resultado da nova correção NMO implementada reduziu distorções da forma do pulso e gerou um empilhamento com maior amplitude e maior conteúdo de frequência.

ABSTRACT. We have proposed an improvement in the quality of velocity analysis and stack of shallow seismic reflection data. We have investigated a specific situation where the reflections are not observed on the validity of the hyperbolic travelttime curve that is generally used in conventional velocity analysis. We have evaluated some approaches for the travelttime curve and the shifted hyperbolic travelttime approximation was chosen as the most appropriate approximation in shallow investigation. Tests conducted with synthetic and field data show that despite the results of velocity analysis are subject to a strong ambiguity of the data-misfit curve $t(x)$, there is a theoretical relationship between the shifted hyperbolic travelttime S parameter and the other parameters of the model (RMS velocity and zero-offset travelttime) which may be used to validate the result of the velocity analysis. Using synthetic data, we have exemplified that the anisotropic medium affects substantially the travelttime in the shallow seismic investigation. Hence, further effort must be directed toward performing velocity analysis based on a suitable travelttime equation for the anisotropic medium. To avoid degraded data quality due to the stretching effects of the conventional NMO correction, we have proposed the implementation of a constant normal moveout correction by adapting the static correction programs. This implementation reduced the pulse distortions and improved the stacking.

ATENUAÇÃO DA REFLEXÃO MÚLTIPLA DO FUNDO MARINHO UTILIZANDO A DECONVOLUÇÃO PREDITIVA ADAPTATIVA

Ricardo Felipe Chartuni Cabral da Cruz

Orientador: Dr. Milton José Porsani (UFBA)

70 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 13.09.2010

RESUMO. A atenuação das reflexões múltiplas de curto, médio ou longo períodos em dados sísmicos marítimos representa um grande e importante problema do processamento de dados sísmicos enfrentado pela indústria do petróleo. Tais reflexões múltiplas estão presentes nos dados sísmicos adquiridos sobre lâmina de água e prejudicam sobremaneira o processamento dos dados e qualidade final da imagem sísmica. O método de deconvolução preditiva de Wiener-Levinson (WL) visa à predição e subtração desses eventos periódicos. Os filtros preditivos são obtidos com o método dos mínimos quadrados e implicitamente utilizam a premissa usual de que os dados sísmicos possuem valores de amplitude nula fora da janela de tempo considerada. Desta forma os filtros de WL perdem eficácia na predição do evento periódico penalizando o resultado final da atenuação da múltipla. Outro fator limitante do sucesso da deconvolução preditiva de WL é a ausência de periodicidade das reflexões múltiplas ao longo do traço sísmico. A perfeita periodicidade ocorre apenas em registros de incidência normal, quando os traços são de afastamento nulo entre fonte-receptor, o que torna a deconvolução preditiva de WL ineficaz. Na presente dissertação foi investigada a aplicação do método de deconvolução preditiva utilizando o algoritmo de Morf modificado (predição unitária $L = 1$ para predição arbitrária $L > 1$), que não faz considerações quanto às amplitudes das amostras fora da janela especificada. Este algoritmo é apropriado para trabalhar no interior de janelas do traço sísmico sem que o filtro perca sua eficácia de prever e, conseqüentemente, atenuar a reflexão múltipla. Utilizando o algoritmo de Morf modificado sobre janelas deslizantes de tempo, foi definido um procedimento que denominou-se de deconvolução adaptativa de Morf modificada (DAMM). Este método foi comparado com resultados obtidos com o método de deconvolução adaptativa de WL (DAWL). Resultados com dados sintéticos e reais demonstraram a eficácia e superioridade da DAMM na atenuação de reflexões múltiplas. O emprego do método sobre dados reais da Bacia do Jequitinhonha mostraram que o método DAMM atenuou as múltiplas de maneira mais efetiva que o método DAWL. Os grandes problemas e dificuldades que são encontrados na atenuação das reflexões múltiplas de curto período na parte de lâmina d'água rasa da plataforma continental e as múltiplas de médio período na região da quebra do talude foram resolvidos satisfatoriamente com o método DAMM. Os resultados com a DAMM são considerados bons, inclusive na comparação com resultados obtidos com o método SRME, bastante utilizado na indústria do petróleo. Os resultados promissores obtidos sugerem o emprego da DAMM no processamento sísmico bem como a extensão do método DAMM para a forma multicanal, esperando-se assim tornar o método ainda mais robusto e eficaz.

ABSTRACT. The attenuation of short-, middle- and long-period multiple reflections are the main problem faced by the petroleum industry in marine seismic data. These reflections occur on seismograms recorded over water bottom causing strong damage the final seismic image quality. Wiener-Levinson (WL) predictive deconvolution method aims to predict and subtract the periodic events. Predictive filters are reached solving Toeplitz normal equations systems through least-square method by assuming that data samples are null at the beginning and at the ending of the considered window. Hence, WL filters are less effective to predict periodic events by penalizing the final result of the multiple attenuation. Another disadvantage of the WL predictive deconvolution method is the absence of periodicity of the multiple reflections along the seismic trace. The perfect periodicity only happens at normal incident rays, when traces are zero-offset. This is the reason why the WL predictive deconvolution method is not so efficient. In this research, it is applied the modified Morf (unit prediction $L = 1$ to random prediction $L > 1$) predictive deconvolution. It does not make any consideration about samples values outside the specified deconvolution window. This algorithm fits well to work inside seismic trace windows without losing efficiency to predict and then attenuate multiple reflection. By applying the modified Morf algorithm inside time sliding windows, it was defined a procedure that is named modified Morf adaptive deconvolution (DAMM). Tests on synthetic and field data show the efficiency and superiority of the DAMM method in the attenuation of multiple reflections when compared with the WL adaptive deconvolution (DAWL) method. Tests on field data from Jequitinhonha Basin show that the DAMM method is a more effective way in attenuating the multiples than the DAWL method. Difficulties and troubles on short and middle-periods multiple attenuation find at continental shelf and slope were well solved by applying DAMM method. The results with DAMM are considered good, even in comparison with results obtained with the method SRME, widely used in the petroleum industry. This method application appears as potentially successful all over a seismic marine section. Its extension to multi-channel application must make this method more robust and more efficient.

MAGNETISMO DE SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS DO PLATÔ DE SÃO PAULO: IMPLICAÇÕES GEOMAGNÉTICAS E PALEOCEANOGRÁFICAS

Grasiane Luz Mathias

Orientador: Dr. Ricardo Ivan Ferreira da Trindade (IAG-USP)
118 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 15.09.2010

RESUMO. Os sedimentos são de fundamental importância para estudos geomagnéticos, pois fornecem registros contínuos do campo magnético da Terra no passado. Variações na escala de tempo de $10^2 - 10^3$ anos são ainda mal compreendidas em função da escassez de dados em alguns setores do globo. Na América do Sul o registro da orientação e intensidade do campo magnético é particularmente escasso, limitando-se a alguns dados do sudoeste da Argentina, com cobertura temporal de no máximo 24.000 anos. Com o objetivo de aprimorar o registro geomagnético da América do Sul, foram realizados estudos de magnetismo ambiental, paleomagnetismo e paleointensidade relativa em um testemunho de sedimento lamoso coletado no Platô de São Paulo (25,50°S e 46,63°W), o qual cobre o período entre 6.000 e 915 anos B.P. (*before present*) e tem uma taxa de sedimentação de 35,8 cm/ka. Os seguintes parâmetros magnéticos foram monitorados no testemunho I07610: susceptibilidade magnética (χ), magnetização remanente anisterética (ARM), magnetização remanente isoterma (IRM) a 1000 mT e -300 mT [IRM_{1000mT} , IRM_{-300mT}], HIRM [$Hard\ IRM = IRM_{1000mT} - IRM_{-300mT} / 2$], Razão-S [$IRM_{-300mT} / IRM_{1000mT}$], ARM/IRM e IRM_{1000mT} / χ . O controle da mineralogia magnética ao longo da sucessão sedimentar foi feito através de curvas termomagnéticas de alta e baixa temperatura, curvas de histerese, diagramas FORC e curvas ZFC. A principal contribuição para a susceptibilidade ao longo do I07610 é devida aos minerais de argila, paramagnéticos. A contribuição relativa dos grãos ferromagnéticos tende a aumentar em direção ao topo. Três portadores magnéticos foram identificados ao longo do testemunho através das curvas de aquisição de IRM. O mais importante é a magnetita SD, que contribui com aproximadamente 85% da fração ferromagnética. As outras duas componentes magnéticas têm menor importância e correspondem à magnetita MD e à hematita. Foram identificadas importantes transições no comportamento e concentração dos minerais magnéticos em 4.800, 2.000 e 1.700 anos B.P. Essas mudanças podem ser atribuídas a duas diferentes fontes de sedimento, com base em modelos oceanográficos prévios: a plataforma continental da Argentina e a pluma do Rio da Prata. Variações da remanência natural e dos parâmetros de concentração dos minerais magnéticos indicam que esses sedimentos podem registrar de forma confiável o campo magnético no passado. Dados de paleointensidade foram obtidos através dois protocolos: (i) normalização clássica, pelos parâmetros χ , ARM_{10mT} e IRM_{1000mT} ; e (ii) método pseudo-Thellier. O registro de paleointensidade obtido a partir do I07610 apesar de apresentar alguma dispersão, mostra uma tendência de aumento da intensidade do campo entre 5.800 e 3.500 anos B.P. e uma tendência de diminuição da intensidade entre 1.200 e 915 anos PB. Tais tendências foram observadas nos modelos geomagnéticos e nos dados dos lagos da Argentina. Os dados direcionais para o testemunho também mostram alguma correlação com os outros dados disponíveis. Nossos resultados sugerem que os sedimentos da plataforma continental brasileira guardam potencialmente um bom registro do campo magnético do passado, e podem ser usados para melhorar a base de dados paleomagnéticos para a região. Além disso, as técnicas de mineralogia magnética se mostraram sensíveis às principais mudanças no contexto oceanográfico do Platô de São Paulo.

ABSTRACT. Sediments are invaluable targets for a better understanding of geomagnetic field variations, since they represent a continuous record of the ancient field. The secular variation ($10^2 - 10^3$ years) of the magnetic field is still poorly constrained due to the heterogeneous data distribution of field's direction and intensity throughout the globe. In South America directional and intensity data are even more scarce, being limited to the southwestern Argentina covering the last 24,000 years. In this work we performed a study of environmental magnetism, paleomagnetism and relative paleointensity in a piston core of muddy sediments collected at the São Paulo Plateau (25.50°S and 46.63°W) which covers ages between 6,000 and 915 years B.P. (*before present*) with a sedimentation rate of 35.8 cm/ky. The following magnetic parameters were monitored in core I07610: magnetic susceptibility (χ), anhysteretic remanent magnetization (ARM), isothermal remanent magnetization (IRM) at 1000 mT and 300 mT [IRM_{1000mT} , IRM_{-300mT}], HIRM [$Hard\ IRM = IRM_{1000mT} - IRM_{-300mT} / 2$], S-Ratio [$IRM_{-300mT} / IRM_{1000mT}$], ARM/IRM e IRM_{1000mT} / χ . Magnetic mineralogy control throughout the core was also monitored using thermomagnetic susceptibility analysis at high and low temperature, hysteresis loops, FORC diagrams and ZFC curves. The main contribution to the magnetic susceptibility throughout the core I07610 arises from paramagnetic clay minerals. The relative contribution of ferromagnetic grains tends to increase towards the top. Three ferromagnetic carriers were identified throughout the sedimentary pile using IRM acquisition curves. The most important is SD magnetite, which contributes with about 85% of the ferromagnetic fraction. The other two magnetic components have smaller significance and correspond to MD magnetite and hematite. We have found important transitions in the behavior and concentration of magnetic carriers at 4,800, 2,000 and 1,700 years B.P. These changes can be attributed to two different sources of sediments according to previous oceanographic models: the Argentinean continental shelf and the plume of the La Plata river. Variations of natural remanence and parameters of concentration of magnetic minerals indicate that these sediments can be reliable records of the ancient field. Relative paleointensities were thus estimated using two protocols: (i) classic normalization, using parameters χ , ARM_{10mT} e IRM_{1000mT} ; and (ii) pseudo-Thellier method. The paleointensity record obtained from I07610 core is somewhat scattered but still shows increasing trends between 5,800 and 3,500 years B.P. and a decrease in intensity from 1,200 and 915 years B.P. Such trends were noted in the current geomagnetic models and in the record from Argentinean lakes. Directional data for the core also show a fair agreement with the data available for the Argentinean cores. Our results suggest that the shelf sediments of the Brazilian coast can be used to improve the paleomagnetic database in the region. Moreover, the magnetic mineralogy techniques have shown to be sensitive to the major paleoceanographic changes in the São Paulo Plateau.

ANISOTROPIA MAGNÉTICA E DE FORMA DE DIQUES CLÁSTICOS DA FORMAÇÃO CORUMBATAÍ, PERMIANO DA BACIA DO PARANÁ

Edgard Lenk Catelani

Orientador: Dr. Ricardo Ivan Ferreira da Trindade (IAG/USP)
103 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 17.09.2010

RESUMO. A formação da trama em diques clásticos da Formação Corumbataí (Permiano da Bacia do Paraná) foi estudada utilizando as técnicas de anisotropia de susceptibilidade magnética (ASM), anisotropia de remanência magnética (ARM) e análise de anisotropia de forma (SPO). Essas técnicas foram utilizadas com o intuito de inferir a orientação de fluxo dos clastos nos diques, discriminar os diferentes modos de formação dessas estruturas (preenchimento por injeção ou preenchimento passivo), bem como os efeitos de compactação pós-deposicional. Foram estudados afloramentos cinco afloramentos situados no interior de São Paulo: (i) Rodovia dos Bandeirantes (km 161,5) próximo à cidade de Limeira, (ii) Batovi, (iii) Santa Luzia, (iv) Torre de Pedra e (v) Piracicaba. Os diques clásticos apresentam espessura entre 5 cm e 70 cm e estão encaixados em argilitos e siltitos de coloração avermelhada, sendo limitados a alguns intervalos estratigráficos e por vezes apresentam estruturas de extrusão no topo. Sua ocorrência está fortemente controlada pela Zona de Cisalhamento de Jacutinga, que secciona o embasamento da Bacia em sua porção nordeste. A trama magnética dada pela ASM é predominantemente oblata e a foliação é sempre horizontal, definida por eixos de anisotropia mínima (K3) verticais. A trama encontrada pela ARM e SPO apresenta resultados semelhantes à de ASM para um conjunto de diques (Rodovia dos Bandeirantes, Batovi e um dos diques de Santa Luzia), enquanto outro conjunto mostra resultados contrastantes, com foliação magnética de ARM e foliação de forma de SPO fortemente inclinada à vertical. O contraste entre a trama de ASM e as tramas de ARM e de SPO é interpretado como resultado da diferença de comportamento dos marcadores durante a compactação (estimada entre 14% e 36% no afloramento da Rodovia dos Bandeirantes). A trama da ASM, dada por argilominerais e, em menor proporção, hematita sofre rápido alinhamento durante a compactação. As tramas de ARM e SPO, controladas pelos grãos de magnetita detritica e quartzo, respectivamente, são mais robustas e sofrem completa reorientação somente em parte dos diques. Os dados obtidos nos diques clásticos da Formação Corumbataí mostram que a utilização de técnicas de anisotropia para a determinação do modo de preenchimento de diques clásticos deve ser feita com cuidado.

ABSTRACT. The fabric of clastic dikes from the Corumbataí Formation (Permian of the Paraná Basin) was studied through the techniques of anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), anisotropy of remanence (ARM) and shape preferred orientation of grains (SPO) with the aim of inferring their internal fabric, their origin (active injection or passive filling of fractures) and the effects of post-depositional compaction. Dikes from five different outcrops in São Paulo State were sampled: (i) Rodovia dos Bandeirantes (km 161.5) close to Limeira city, (ii) Batovi, (iii) Santa Luzia, (iv) Torre de Pedra and (v) Piracicaba. The clastic dikes in these outcrops show thickness between 5 cm and 70 cm and intrude red to purple claystones and siltstones. They are stratigraphically confined and sometimes present evidence of sediment extrusion in the top. Their occurrence is strongly controlled by the Jacutinga shear zone that cut across the northeastern sector of the Paraná basin. The AMS fabric in the dikes is usually oblate and the magnetic foliation is always horizontal, defined by the vertical orientation of the minimum anisotropy axis (K3). ARM and SPO fabrics show similar orientation for a set of dikes (Rodovia dos Bandeirantes, Batovi and one dike from Santa Luzia). Other dikes, however, show vertical to steeply inclined foliations defined by ARM and SPO in contrast to the horizontal AMS foliation. Differences between the AMS and the ARM and SPO fabrics probably result from the contrasting behavior of the respective markers during compaction (that range between 14% and 36% in the Rodovia dos Bandeirantes outcrop). The AMS fabric yielded by clay minerals and hematite rotates faster than magnetite and quartz grains that control the ARM and SPO fabrics, respectively. Data obtained on the injection dikes of the Corumbataí Formation show that the use of anisotropy techniques to determine the Genesis of clastic dikes must be done with utmost care.

INVERSÃO PARA CSEM MARINHO EMPREGANDO DERIVADAS ANALÍTICAS

João Lucas Silva Crepaldi

Orientador: Dr. Irineu Figueiredo (ON)

29 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 17.09.2010

RESUMO. O *marine controlled-source electromagnetic method* (mCSEM) vem sendo crescentemente empregado pela indústria de hidrocarbonetos na redução de riscos exploratórios, entretanto a interpretação destes dados ainda é um desafio para a indústria petrolífera. Metodologias diretas de geração de perfis ou mapas de anomalia, assim como inversões 1D simples, se mostram insatisfatórias, por outro lado, algoritmos de inversão 2D e 3D requerem implementação complexa e altos custos computacionais. Este trabalho apresenta todos os módulos de um fluxo de inversão mCSEM, que inverte o dado no domínio do *common mid-point* (CMP), como um conjunto de modelos 1D correspondentes às respectivas células CMP. Incluindo as derivadas analíticas das respostas para modelos 1D, em relação às resistividades das camadas, que além de tornar a inversão dezena de vezes mais rápida, pode ser útil ao entendimento de alguns aspectos do problema eletromagnético. Estas técnicas foram aplicadas tanto a dados sintéticos como de campo, recuperando em poucos minutos seções geoeletricas com o corpo resistivo em sua posição correta assim como uma boa estimativa das resistividades *background*. Tais resultados provaram esta rotina, como ferramenta útil à interpretação exploratória.

ABSTRACT. The use of the marine controlled-source electromagnetic method (mCSEM) as a means to reduce risks in the exploration of hydrocarbons has been gradually growing; however, the interpretation of the rendered data is still a challenge for the oil industry. This 1D inversion method is an alternative to the high computational costs of 2D and 3D inversions, as well as their complex implementations and the lack of information provided by anomaly profiles and maps. This method uses a set of algorithms to compose a mCSEM inversion workflow, which inverts data in the common mid-point (CMP) domain as a set of 1D models that correspond to their respective CMP cells. Moreover, these 1D models are laterally constrained so as to provide a georesistivity section with geological meaning. In addition, the presented analytical derivatives of the electromagnetic field responses for 1D models with respect to their resistivities, apart from making the 1D inversion an order of magnitude faster, the expressions developed in this study can be used to clarify some aspects of the electromagnetic methods in stratified medium. This workflow was applied to simulated and field data, wherein geoelectrical sections with resistive bodies at the correct positions and well-estimated background resistivities were recovered in only a few minutes. These results demonstrate the value of this routine as a useful tool for mCSEM data interpretation.

INVERSÃO HIPOCENTRAL UTILIZANDO VÍNCULO DE PROXIMIDADE A EIXO OU PLANO

Flávio Lemos de Santana

Orientador: Dr. Walter Eugênio de Medeiros (PPGG/UFRN)

148 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 30.07.2010

RESUMO. A inversão hipocentral é um processo que estima as coordenadas e o tempo de origem do hipocentro de um dado terremoto. Em geral, as informações utilizadas para resolver esse problema são o conjunto dos tempos de chegada das ondas sísmicas nas estações sismográficas, além de um modelo de velocidades. Os hipocentros são encontrados minimizando-se uma função-objeto que mede as discrepâncias entre os valores dos tempos de chegada gerados pelo modelo direto e os tempos de chegada observados. Normalmente, a função objeto possui muitos mínimos, ou seja, mais do que uma localização para o hipocentro ajusta as observações dos tempos de chegada de um dado terremoto. Assim, o problema inverso de determinar os hipocentros é mal posto. Para reduzir a ambiguidade e regularizar o problema, neste trabalho desenvolvemos uma metodologia de inversão hipocentral na qual são utilizados vínculos de proximidade espacial dos hipocentros a planos e eixos. Esses vínculos introduzem no problema o viés geológico de que terremotos ocorrem geralmente ao longo de planos de falhas, podendo, esses planos, desenvolverem estrias muito bem definidas. Dessa forma, a ambiguidade nas soluções é diminuída porque se reduz o espaço de soluções possíveis para os hipocentros. A norma utilizada para o ajuste dos tempos de chegada foi a norma L_1 . Para o critério de proximidade espacial, foi utilizada a norma L_1 para medir a distância a planos, e a norma L_2 , para distância a eixos. Para minimizar a função-objeto do problema inverso vinculado, utilizou-se o método de busca direta COMPLEX. Esse método não faz uso do cálculo de derivadas, permitindo assim o uso de funcionais não diferenciáveis, como é o caso. Comparamos a nossa abordagem com uma abordagem normalmente utilizada na literatura denominada método HYPO71, empregando tanto dados sintéticos como dados reais. A sequência de dados reais resulta de um conjunto de terremotos intraplaca, ocorridos no ano de 1987, próximo à cidade de João Câmara, no estado do Rio Grande do Norte. Os resultados – tanto em dados sintéticos, como em dados reais – mostram que nossa abordagem melhora consideravelmente a definição dos planos de falha e não produz alguns artefatos introduzidos pelo método HYPO71.

ABSTRACT. The hypocenter inversion is a procedure that estimates the coordinates and origin time of a given earthquake. In general, the information used to accomplish this task are the set of arrival times of the seismic waves at the seismographic stations and a wave propagation velocity model. The hypocenters are found by minimizing an objective function that measures the misfit between the arrival times generated by the direct model and the arrival times observed. Normally, the objective function is populated by many minima, i. e., more than one earthquake locations may fit the arrival time observation of give earthquake. Thus, the inverse problem of determining the hypocenters location is ill-posed. To reduce this ambiguity and regularize the problem we have developed here an approach to the hypocentral inversion in which we used constraints of spatial proximity of the hypocenters to planes or axis. This constraint introduces in the problem the geological bias that earthquakes usually occur along fault planes, and develop very well defined earthquake streaks. Therefore, the ambiguity is reduced because the possibilities for the sought solution are also reduced. Here, we use the L_1 norm for adjust of the arrival times. For the criterion of spatial proximity, the norm L_1 was used to measure distances to planes, and the norm L_2 , for distances to the axis. To minimize the objective function defined we used a direct search algorithm called COMPLEX. This method does not need the computation of derivatives when seeking the minimum of the objective function thus, even non-differentiable functional can be used, as it is the case. We compared our approach with a very popular one, named HYPO71, in the seismological community using both synthetic and real data from an intraplate seismic sequence in the Samambaia Fault in northeast Brazil. The results – in both synthetic and real data cases – show that our approach improves considerably the fault planes definition and does not produce some artifacts produced by HYPO71.

ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM MAGNETÔMETRO DE RESSONÂNCIA: DO MAGNETÔMETRO DE PRECESSÃO NUCLEAR DE PRÓTONS AO MAGNETÔMETRO OVERHAUSER

André Wiermann

Orientador: Dr. Luiz Carlos de Carvalho Benyosef (ON)

67 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 10.06.2010

RESUMO. As características elétricas e construtivas dos circuitos e dos materiais envolvidos na construção do magnetômetro de ressonância pelo efeito Overhauser foram estudadas. Para esta finalidade, foi utilizada uma plataforma de testes baseada em um magnetômetro por precessão de prótons de circuito aberto. Um aparato instrumental foi montado, visando capacitar o laboratório de desenvolvimento de sensores magnéticos do Observatório Nacional (LDSM/ON) para futuros trabalhos com magnetometria de ressonância. Medições com magnetômetros de ressonância no território brasileiro enfrentam limitações devido às baixas intensidades do campo geomagnético produzidas pela Anomalia Magnética do Atlântico Sul (SAMA) e pelo Equador Magnético, ao norte do país. Dessa forma torna-se bastante conveniente a existência de um laboratório de testes e desenvolvimento de magnetômetros utilizando princípios de ressonância magnética, visando a construção de instrumentos melhor adaptados às nossas necessidades, colocando o país em uma condição inédita em todo o Hemisfério Sul. De uma forma preliminar, outro dispositivo de ressonância magnética com potencial para o desenvolvimento de instrumentos mais eficientes foi sugerido, o que poderá abrir o campo para futuros estudos de magnetometria por ressonância no LDSM.

ABSTRACT. The electrical and constructive aspects of circuits and materials necessary to build an Overhauser effect resonance magnetometer were studied. To achieve this goal, an open test platform based on a proton precession magnetometer was used. An instrumental apparatus was devised and assembled in order to prepare the Laboratory for Development of Magnetic Sensors at the National Observatory (LDSM/ON) for future work with resonance magnetometry. Measurements with resonance magnetometers in Brazil face severe limitations due to low intensities of the geomagnetic field as a consequence of South Atlantic Magnetic Anomaly (SAMA) and the Magnetic Equator. Therefore the existence of a laboratory for testing and development of magnetometers using principles of magnetic resonance become of fundamental importance. This laboratory would provide the means to construct instruments best suited to our needs, putting the country in a unique position in the entire Southern Hemisphere. In a preliminary way, another magnetic resonance device with the potential to develop more efficient instruments was suggested, which could open the field for future studies of resonance magnetometry at LDSM.

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS HIDROGEOLÓGICOS COMO SUBSÍDIO PARA MODELAGEM DE AQUÍFERO INTEGRADA A ESTUDOS GEOFÍSICOS NA REGIÃO DE BEBEDOURO-SP

Ivan Mamede Carlos

Orientador: Dr. Vagner Roberto Elis (IAG-USP)
203 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 30.08.2010

RESUMO. Realizar a modelagem de um aquífero não é tarefa fácil. Em se tratando de um sistema aquífero, a empreitada se torna ainda mais complexa. Neste trabalho, alguns dos parâmetros importantes para esse fim foram estimados a partir de simulações. Na região de estudo, existem poços tubulares que, em sua maioria, não foram perfurados somente na Formação Adamantina, mas também na Formação Serra Geral. Tal configuração conduziu à formulação de dois conjuntos de cenários a partir dos quais foi possível estimar valores de condutividade hidráulica para as duas formações. Com essa estimativa conseguiu-se também simular testes de bombeamento, seus respectivos cones de rebaixamento, bem como a interferência causada entre cones de rebaixamento. Com essa abordagem foi possível estimar o quanto um poço em funcionamento pode influenciar no nível estático de um vizinho. A contribuição da geofísica está no uso da eletrorresistividade. Foram executadas 23 Sondagens Elétricas Verticais (SEV), das quais 19 são SEV's curtas ($AB/2 \leq 500\text{m}$) e quatro, longas ($AB/2 \leq 1500$), que forneceram informações sobre a espessura saturada do arenito e posição do topo do basalto, especialmente na região com poucos poços. Também foram realizados quatro Caminhamentos Elétricos (CE) no estudo de possíveis estruturas. Unindo os resultados da modelagem (simulação) e da geofísica, pôde-se relacionar os parâmetros hidrogeológicos e geoeletrônicos. Embora o conjunto de dados para a região não tenha sido o ideal, a metodologia se mostrou adequada e os resultados bastante razoáveis. Deste modo, foi possível a determinação de parâmetros hidrogeológicos em subsuperfície através de parâmetros geoeletrônicos medidos em superfície.

ABSTRACT. To perform the aquifer modelling is not an easy task. In the case of an aquifer system, the work becomes even more complex. In this work, some of important parameters for this purpose have been estimated from simulations. In the study area, there are wells that in most cases were not only drilled in Adamantina Formation but also in Serra Geral Formation. This configuration led to the formulation of two sets of scenarios from which it was possible to estimate values for hydraulic conductivity of these formations. With this estimate it could also simulate pumping tests, their cones of depression as well as the interference caused between cones of depression. With this approach it was possible to estimate how much an operating well can influence static level of a neighbour one. Geophysics contribution is in the use of electrical resistivity. Twenty-three Vertical Electrical Soundings (VES) were performed, nineteen of them are short ($AB/2 \leq 500\text{m}$), that provided information about the saturated thickness of sandstone as well as top of basalt, especially in the region with few wells, and four are long ($AB/2 \leq 1500$) VES's. Four electrical profiling (EP) were also carried out to study possible structures. Joining modelling (simulation) and geophysics results, it could be related hydrogeological and geoelectrical parameters. Although dataset for region was not the ideal, methodology was satisfactory, and results quite reasonable. Thus, it was possible to determine hydrogeological parameters in subsurface through measured geoelectrical parameters in surface.