

## RESUMOS DE TESES E DISSERTAÇÕES ABSTRACTS OF THESES AND DISSERTATIONS

ESTUDOS DE PERTURBAÇÕES GEOMAGNÉTICAS EM ESTAÇÕES LOCALIZADAS EM BAIXAS LATITUDES

*Vinicius José Oliveira Werneck de Carvalho*

UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS GEOELÉTRICOS PARA AUXÍLIO DO PLANEJAMENTO DE LAVRA EM PEDREIRA DE GNAISSE

*Camila Carroci Martins*

EXEMPLO DE BOM CONDICIONAMENTO INCONVENIENTE CAUSADO NUMERICAMENTE NA INVERSÃO GRAVIMÉTRICA PARA A ESTIMAÇÃO DAS DENSIDADES DE UMA CAMADA

*William Pareschi Soares*

ESTIMATIVA DA RAZÃO DE KÖENIGSBERGER A PARTIR DAS ANOMALIAS MAGNÉTICAS DE CAMPO TOTAL EM INTERVALO DECENAL

*Jorge de Jesus Santos*

ASSIMILAÇÃO DE DADOS DE PERFILADORES ARGO COM O MÉTODO EnOI E O MODELO HYCOM NO OCEANO ATLÂNTICO

*Davi Mignac*

MÉTODOS DE FÍSICA ESTATÍSTICA APLICADOS À SISMOLOGIA

*Douglas Santos Rodrigues Ferreira*

ESPESSURA CRUSTAL DA PARTE NORTE DOS ANDES USANDO PRECURSORES DE pP E sS PARA TELESSISMOS

*Nataly Marcela Aranda Camacho*

INTERPOLAÇÃO DE EVENTOS DE REFLEXÃO EM TRAÇOS SÍSMICOS DE DADOS PRÉ-EMPILHAMENTO USANDO APROXIMAÇÃO DE TEMPO DE TRÂNSITO SRC-AF

*Alexandre Sodrê Fernandes*

CONVERSÃO TEMPO-PROFUNDIDADE DE SEÇÕES SÍSMICAS EMPILHADAS POR RAIOS IMAGEM E RAIOS NORMAIS

*Diogo Pena Rezende*

TOMOGRAFIA ELETROMAGNÉTICA POÇO-A-POÇO USANDO OS REGULARIZADORES DE SUAVIDADE GLOBAL E DE VARIAÇÃO TOTAL

*Julielson Monteiro de Santana*

INTERPRETAÇÃO DOS DADOS AÉREOS GEOFÍSICOS DO LINEAMENTO DE ANOMALIAS MAGNÉTICAS A SUDOESTE DO ESTADO DO MATO GROSSO – SW DO CRATON AMAZÔNICO E SUA RELAÇÃO COM A TECTÔNICA LOCAL

*Vanessa Biondo Ribeiro*

INTEGRAÇÃO DE DADOS AEROMAGNÉTICOS, AEROGRAVIMÉTRICOS E DE SUPERFÍCIE NO ESTUDO DO LINEAMENTO TRANSBRASILEIRO NA BACIA DO PARNAÍBA

*Rafael Duarte Santos*

INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS DE GPR EM AMBIENTE CÁRSTICO GUIADA POR COMPARAÇÃO COM AFLORAMENTOS E IMAGENS DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO

*Antonio Lisboa Fernandes Júnior*

JOINING DIFFRACTION FILTER AND RESIDUAL DIFFRACTION MOVEOUT TO CONSTRUCT A VELOCITY MODEL IN THE DEPTH AND TIME DOMAINS: APPLICATION TO A VIKING GRABEN DATA SET

*Jaime Andres Collazos Gonzalez*

## ESTUDOS DE PERTURBAÇÕES GEOMAGNÉTICAS EM ESTAÇÕES LOCALIZADAS EM BAIXAS LATITUDES

**Vinícius José Oliveira Werneck de Carvalho**

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

111 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 30.04.2014

**RESUMO.** O campo magnético da Terra apresenta variações abrangendo um espectro relativamente grande em período/frequência. As variações de curto período têm origem externa e podem ser da ordem de frações de segundos, enquanto as variações de longo período têm origem interna e período superior a meses. A variação diurna (Sd) na região equatorial diverge bastante das similares obtidas em diferentes latitudes. Os dados utilizados neste estudo foram obtidos em seis locais situados em diferentes latitudes e distribuídos perpendicularmente ao dip equatorial ( $I = 0$ ). Um deles está situado exatamente no Equador Magnético ( $DIP = 0$ ). Destes, 5 (cinco) são estações magnéticas e o outro é Observatório Magnético de Tatuoca (TTB), situado na mesma região. O objetivo deste trabalho é comparar os registros da Variação Diurna (Sd) obtidos nas estações magnéticas situadas acima e abaixo do dip equatorial ( $I = 0$ ). Foram analisadas as variações das componentes horizontal (H) e vertical (Z) do campo geomagnético total (F) e os correspondentes índices de caracterização geomagnética (Kp e Ap).

**ABSTRACT.** The Earth's magnetic field shows variations covering a relatively large range in period / frequency. Changes in external source are short and may be on the order of fractions of seconds, while the variation over time and are internally sourced than months. The diurnal variation (Sd) in the equatorial region differs greatly from similar obtained at different latitudes. The data used in this study were obtained at six sites located at different latitudes and distributed perpendicularly to the equatorial dip ( $I = 0$ ). One of them is located exactly in Ecuador Magnetic ( $PID = 0$ ). Of these, 5 (five) stations are magnetic and the other is Tatuoca Magnetic Observatory (TTB), located in the same region. The objective of this study is to compare the records of Diurnal Variation (Sd) obtained in magnetic stations located above and below the equatorial dip ( $I = 0$ ). Variations in the horizontal (H) and vertical (Z) component of the total geomagnetic field (F) and the corresponding indices characterizing geomagnetic (Kp and Ap) were analyzed.

## UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS GEOELÉTRICOS PARA AUXÍLIO DO PLANEJAMENTO DE LAVRA EM PEDREIRA DE GNAISSE

**Camila Carroci Martins**

Orientador: Dr. Vagner Roberto Elis (IAG-USP)

90 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 06.05.2014

**RESUMO.** Este trabalho apresenta e discute resultados de aplicações de métodos geofísicos elétricos como ferramenta de auxílio no planejamento e lavra em pedreira de gnaiss para fabricação de brita. Neste trabalho a espessura do capeamento foi investigada, além de identificar zonas da transição solo-rocha e mapear o contato entre diferentes litologias para avaliar a profundidade do corpo rochoso na base da cava da pedreira. Para isso foram adquiridos treze SEVs e quatro CE em duas frentes de trabalho, a primeira em outubro de 2011 onde foram adquiridos uma parte dos dados de SEVs e todos os caminhamentos elétricos e a segunda frente em fevereiro de 2012 onde foi adquirido o restante dos dados de SEVs. A metodologia utilizada foi a eletrorresistividade e a polarização induzida, diante do histórico de sucesso em aplicações semelhantes. As SEVs possibilitaram delimitar o contato com a rocha sã em subsuperfície, bem como mostrar as relações entre o xisto e o gnaiss, além de identificar uma possível intercalação xisto-gnaiss na porção oeste da pedreira. Ademais as SEVs sugerem que o contato no mapa geológico deve ser reavaliado, especialmente a SEV04, que de acordo com o mapa estaria em área de gnaiss, mas a sondagem apresentou resistividades muito baixas para esse tipo de litologia. Através dos caminhamentos foi possível identificar o contato entre a rocha da jazida, o gnaiss e o xisto em todas as seções. Especificamente as linhas CE02 e CE04 mostraram os contatos entre as litologias um pouco discordantes do esperado pelo mapa geológico da área da pedreira. Dessa forma, foi possível definir melhor os contatos geológicos em algumas áreas e corroborar a interpretação estrutural em outras áreas, de forma a auxiliar o planejamento de futuras frentes de lavra.

**ABSTRACT.** This work presents and discusses the results of applying electrical geophysical methods as a tool to aid in work front planning in gneiss mine for crushed stones application. This mine produces aggregates for civil construction industry and has a gneiss source rock. In this work the topsoil thickness has been investigated, as well the transitional areas between soil and rock. Moreover the contacts between different lithology have been mapped in order to assess the source rock's depth at the mining boundaries. Thereunto thirteen VES and four EP were acquired in two different stages, the first one was performed on October 2011, where a portion of VES and all the EP were acquired. The second stage was on February 2012 to record the rest of VES data. The methodology used was electroresistivity and induced polarization, due the success history of these methodologies in similar applications. VES allowed to define the contact with the bedrock in subsurface and show the relationships between the schist and the gneiss. Moreover those results identified a possible intercalation of schist-gneiss on west portion at the mine. Furthermore the VES suggest a reevaluation in the geological map, mainly where VES04 took place, because for the map, the contact would be on gneiss environment, but the sounding showed slower resistivity values for this kind of rock. Through the EP was possible to identify the contact between the gneiss and the schist in all the sections. Specifically the lines CE02 and CE04 showed the contact for both lithologies slightly discordant that were expect for the geological map. Thereby was possible to better define the geological contacts in some places and corroborate the interpretation in others, in order to assess the future work front planning for this mine.

## EXEMPLO DE BOM CONDICIONAMENTO INCONVENIENTE CAUSADO NUMERICAMENTE NA INVERSÃO GRAVIMÉTRICA PARA A ESTIMAÇÃO DAS DENSIDADES DE UMA CAMADA

**William Pareschi Soares**

Orientador: Dr. Cristiano Mendel Martins (UFPA)  
51 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 08.05.2014

**RESUMO.** Um bom condicionamento da matriz sensibilidade pode ser inconveniente para a estimação das densidades de uma camada? Constatamos um exemplo dessa inconveniência causado numericamente na inversão gravimétrica quando as dimensões horizontais das fontes elementares que compõem o modelo interpretativo são muito pequenas. Surpreendentemente neste caso a inversão gravimétrica para a obtenção da camada equivalente não é efetiva, e não ajusta os dados. Verificamos que neste caso o bom condicionamento da matriz sensibilidade ocorre simultaneamente com baixos valores singulares desta matriz. Esta característica da matriz sensibilidade acarreta em severa perda da resolução e leva a estimativas tendenciosas e muito suaves. Ocorre que parte da resolução que seria matematicamente possível de ser obtida é perdida devido a este fenômeno numérico computacional de degradação da matriz sensibilidade. Apresentamos um procedimento de restituição desta resolução para o mapeamento da distribuição de densidade de uma camada, que possibilita novas perspectivas em aplicações de gravimetria, inclusive para estudos ambientais. Contornamos o problema numérico com uma abordagem semi-heurística que estende as dimensões horizontais das fontes elementares, e posteriormente, corrige as estimativas. Obtivemos com este novo procedimento em testes sintéticos a distribuição do contraste de densidade que delinea contatos laterais entre regiões de diferentes contrastes de densidades, que só seriam possíveis de se recuperar com fontes elementares de dimensões maiores. Aplicamos esta metodologia ao conjunto de dados do aterro Thomas Farm.

**ABSTRACT.** A well-conditioned sensitivity matrix can be inconvenient for estimating densities of a layer? We found an example of this inconvenience numerically caused in the gravimetric inversion when the horizontal dimensions of the elementary sources that make up the interpretive model are very small. Amazingly in this case a gravity inversion to obtain the equivalent layer is not effective and does not fit the data. We found that in this case the well-conditioning of the sensitivity matrix occurs simultaneously with low singular values. This feature of the sensitivity matrix leads to severe loss of resolution and leads to biased estimates and very smooth. It happens that part of the resolution would be mathematically possible to be obtained is lost due to this phenomenon numerical computational degradation of the sensitivity matrix. We present a procedure for repayment of the resolution for mapping the density distribution of a layer, which enables new perspectives on gravimetric applications, including environmental studies. We skirted the numerical problem with a semi-heuristic approach which extends the horizontal dimensions of the elementary sources and subsequently corrects the estimates. We obtained with this new procedure in synthetic tests the distribution of the density contrast outlining lateral contacts between regions of different density contrasts, which would only be possible to recover elemental sources larger. We apply this methodology to the dataset of the Thomas Farm landfill.

## ESTIMATIVA DA RAZÃO DE KÖENIGSBERGER A PARTIR DAS ANOMALIAS MAGNÉTICAS DE CAMPO TOTAL EM INTERVALO DECENAL

Jorge de Jesus Santos

Orientador: Dr. Hédison Kiuity Sato (UFBA)  
124 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 09.05.2014

**RESUMO.** Esta dissertação de mestrado refere-se à obtenção, primariamente, de informações sobre a magnetização remanente das rochas em subsuperfície a partir de dados magnéticos obtidos em instantes diferentes. O argumento a favor dessa possibilidade é considerar a diferença entre as dinâmicas das magnetizações remanente e induzida, que, em intervalos decenais, resulta em dados magnéticos diferenciados. Essa diferenciação deve-se ao fato da magnetização induzida acompanhar a variação secular do campo geomagnético, enquanto a magnetização remanente permanece inalterada nesses intervalos, pequenos em escala geológica. Intrinsecamente, trata-se, então, de uma abordagem geofísica 4D, em que o corpo geológico não se modifica em nada quanto aos parâmetros geológicos: litologia e morfologia, incluindo-se parâmetros da física das rochas: a magnetização remanente e a susceptibilidade magnética. Da literatura, dada a dificuldade em se lidar com a magnetização remanente apresentando-se em qualquer direção nos modelos de exploração atuais, o mais usual na comunidade científica tem sido desprezá-la (Cordani e Shukowsky, 2009a). Esse problema está longe de ser resolvido a contento, haja vista o desenvolvimento de técnicas consagradas, conforme os artigos dos últimos 50 anos, tais como Bott et al. (1966), Silva et al. (2010), dentre outros. Em paralelo, a magnetização remanente é proporcionalmente mais importante no Brasil do que nos países dos Trópicos, devido à anomalia do Atlântico Sul (Cordani e Shukowsky, 2009a). Entende-se, portanto, que a magnetização remanente deve ser considerada como informação e não como obstáculo na interpretação de anomalias magnéticas brasileiras. A avaliação do mapeamento de  $Q$  nos modelos sintéticos confirma a necessidade em se adequar o tamanho da janela à profundidade do corpo. Os perfis obtidos mostram que corpos mais profundos necessitam de um tamanho maior de janela. Além da forte dependência com esse parâmetro, os resultados se apresentaram muito próximos ao valor teórico ( $Q_{teo}$ ) para os modelos com altos valores de  $Q$ . Ainda, analisando as condições extremas entre as inclinações do corpo e do campo geomagnético, os resultados de  $Q_{max}/Q_{teo}$  tendiam a 1, à medida em que a diferença entre essas inclinações se aproximava da situação de perpendicularidade.

**ABSTRACT.** This work refers to obtain primarily information about remanent magnetization of crustal rocks from magnetic data obtained in several times. The argument in favour of this possibility is to consider the difference between the dynamics of remanent and induced magnetizations, that provides differenced magnetic data at 10-year intervals. This differentiation is due to variation of the induced magnetization in accordance to the secular variation of geomagnetic field. While the remanent magnetization remains unchanged in this intervals, which are small in scale. Therefore, it makes a intrinsecal approach 4D for Geophysics, in which a geological body is not modified in this geological parameters: litology and morphology, including to the physical parameters of the rocks – remanent magnetization and magnetic susceptibility. Remanent magnetization is often neglected in data interpretation, probably for the difficulty on working with it. In most of the cases, both in academic works and professional models, prevails the assumption that remanence is irrelevant or inexistent (Cordani and Shukowsky, 2009a). This problem is far to be solved properly, in view the development of established techniques, according to the articles over the last fifty years, such as Bott et al. (1966), Silva et al. (2010), and others. In parallel, this parameter is particularly more important on Brazilian anomalies, where magnetic latitudes are low, than another countries, due to South Atlantic anomaly (Cordani and Shukowsky, 2009a). Therefore, it is important to search tools for the use of the remanence information, the instead of considering it as an obstacle. The evaluation of the  $Q$  mapping in synthetic models confirms the need to adjust the window size to depth of the body. Profiles obtained show that deeper bodies need a larger ones. Besides the strong dependence on this parameter, the results were very close to the theoretical value ( $Q_{teo}$ ) for models at high values of  $Q$ . At the extreme conditions of the difference between the body inclination and the geomagnetic field inclination, the  $Q_{max}/Q_{teo}$  results tend to 1, as it approaches to perpendicularity.

## ASSIMILAÇÃO DE DADOS DE PERFILADORES ARGO COM O MÉTODO ENOI E O MODELO HYCOM NO OCEANO ATLÂNTICO

**Davi Mignac**

Orientador: Dr. Clemente Augusto Souza Tanajura (UFBA)  
103 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 16.05.2014

**RESUMO.** Um sistema de assimilação de dados para perfis de temperatura (T) e salinidade (S) do Argo HYCOM foi construído, implementado e analisado pela primeira vez no Oceano Atlântico (78°S até 50°N e 98°W até 20°E). O sistema é baseado no esquema de Interpolação Ótima por Conjuntos (EnOI) proposto por Xie & Zhu (2010), desenvolvido especialmente para lidar com a natureza híbrida vertical do HYCOM. Os perfis verticais T/S do Argo foram convertidos em observações sintéticas de espessura da camada ( $D\rho$ ), as quais respeitam as densidades alvo do modelo. A temperatura e salinidade dos perfiladores também foram projetadas no centro de cada camada observacional de  $D\rho$  criada previamente. Assim, o primeiro passo foi assimilar os  $D\rho$ s sintéticos considerando o vetor de estado composto pelas espessuras de camada do modelo e pelos componentes baroclínicos da velocidade. Depois disso, T e S foram assimilados separadamente. Por fim, T foi diagnosticado abaixo da camada de mistura para preservar a densidade das camadas isopícnais do modelo. Cinco experimentos foram realizados de 1° de janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2012: uma rodada de controle sem assimilação, e quatro rodadas com assimilação considerando diferentes localizações verticais de T, S e  $D\rho$ . As rodadas com assimilação foram capazes de aprimorar significativamente a estrutura termohalina produzida pela rodada de controle, reduzindo o RMSD de T (S) em 34,11% (43,56%) quando comparado com os dados independentes do Argo. Em algumas regiões, como no Atlântico Norte, correções substanciais da profundidade da isoterma de 20°C e do conteúdo de calor até 300 m foram produzidas na direção das climatologias. Os experimentos com localização vertical de  $D\rho$  mostraram impactos positivos na estrutura termohalina e diminuíram o RMSD de T (S) de 0,993°C (0,149 psu) para 0,905°C (0,138 psu) em comparação com os outros experimentos de assimilação. No entanto, esse resultado positivo da localização vertical de  $D\rho$  é diretamente dependente da qualidade das covariâncias verticais dos membros do conjunto empregados no presente trabalho.

**ABSTRACT.** An ocean data assimilation system to assimilate Argo temperature (T) and salinity (S) profiles into HYCOM was constructed, implemented and evaluated for the first time in the Atlantic Ocean (78°S until 50°N and 98°W until 20°E). The system is based on the Ensemble Optimal Interpolation (EnOI) algorithm proposed by Xie & Zhu (2010), especially made to deal with the hybrid nature of HYCOM vertical coordinate system. The Argo T/S vertical profiles were converted into pseudo-observed layer thicknesses ( $D\rho$ ) that respect the model target densities. Also, the Argo T/S data were projected into the previously created pseudo-observed  $D\rho$ s. The first step was to assimilate the synthetic  $D\rho$ s considering the state vector composed by the model layer thickness and the baroclinic velocity components. After that, T and S were assimilated separately. At last, T was diagnosed below the mixed layer to preserve the density of the model isopycnal layers. Five experiments were performed from January 1, 2010 until December 31, 2012: a Control run without assimilation, and four assimilation runs considering different vertical localizations of T, S and  $D\rho$ . The assimilation experiments were able to significantly improve the thermohaline structure produced by the Control run. They reduced the RMSD of T (S) in 34.11% (43.56%) calculated with respect to Argo independent data. In some regions, such as the North Atlantic, substantial corrections in the 20°C isotherm depth and the upper ocean heat content towards climatological states were achieved. The runs with vertical localization of  $D\rho$  showed positive impacts in the correction of the thermohaline structure and reduced the RMSD of T (S) from 0.993°C (0.149 psu) to 0.905°C (0.138 psu) for the whole domain with respect to the other assimilation runs. However, this positive result of vertical localization of  $D\rho$  is directly dependent on the quality of the ensemble vertical co-variances employed in the present work.

## MÉTODOS DE FÍSICA ESTATÍSTICA APLICADOS À SISMOLOGIA

**Douglas Santos Rodrigues Ferreira**

Orientador: Dr. Andrés Reinaldo Rodríguez Papa (ON)

116 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 29.05.2014

**RESUMO.** O presente trabalho possui a finalidade principal de aplicar métodos e teorias de física estatística e de sistemas complexos no estudo de problemas sismológicos. Desta forma, foram reunidos décadas de dados de terremotos ocorridos em todo o planeta e então construídas redes complexas de epicentros seguindo dois modelos diferentes de construção, onde o primeiro constitui-se de um modelo já estabelecido em estudos prévios cujos epicentros são conectados uns aos outros de forma sucessiva e no segundo introduz-se um novo modelo de janela de tempo onde eventos dentro desta janela são conectados. Em ambos modelos as redes apresentam características *small-world*, porém somente no modelo de janela de tempo conseguimos distribuições de conectividades em forma de lei de potência. Além disso, no modelo de janela de tempo surgem distribuições de probabilidades pertencentes ao universo da Mecânica Estatística Não-extensiva. Também foram construídas redes de epicentros utilizando dados de catálogos sintéticos produzidos a partir de duas topologias diferentes do modelo OFC: uma regular e outra *small-world*, onde neste último caso as ligações entre os sítios do *grid* possuem uma probabilidade  $p$  de serem refeitas. Os resultados obtidos para a topologia *small-world* possuem notável concordância com os resultados obtidos utilizando os catálogos de terremotos reais. Foram ainda realizados estudos acerca de distribuições de intervalos de tempo entre terremotos consecutivos, onde novamente surge a assinatura da Mecânica Estatística Não-extensiva. Nossos resultados fortalecem a conjectura de que a Terra se encontra em um estado crítico e ainda colaboram para a hipótese de correlações de longo alcance temporal e espacial entre terremotos.

**ABSTRACT.** This work has the main purpose of applying theories and methods of statistical physics and complex systems in the study of seismological problems. Thus, we have gathered decades of data from earthquakes around the world and then we constructed complex networks of epicenters following two different models of construction, where the first consists of a model already established in previous studies in which epicenters are connected to each other successively and the second model introduces a new time window model in which events within this window are connected. In both models the networks exhibit *small-world* characteristics, but only in the time window model we have distributions of connectivities in power law form. Moreover, in the time window model arise probability distributions belonging to the universe of Non-Extensive Statistical Mechanics. We have also constructed epicenters networks using data from synthetic catalogs which were produced from two different topologies of the OFC model: one regular and other *small-world*, where in the latter case the links between the sites of the grid have a probability  $p$  to be rewired. The results for *small-world* topology have remarkable agreement with the results obtained using catalogs of real earthquakes. We also conducted studies on distributions of time intervals between consecutive earth quakes, where the signature of Non-Extensive Statistical Mechanics arises again. Our results support the conjecture that the Earth is in a critical state and also strengthen the hypothesis of long-range temporal and spatial correlations between earthquakes.

## ESPESSURA CRUSTAL DA PARTE NORTE DOS ANDES USANDO PRECURSORES DE $pP$ E $sS$ PARA TELESSISMOS

**Nataly Marcela Aranda Camacho**

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

86 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 03.06.2014

**RESUMO.** Para a realização dessa pesquisa foi desenvolvido um estudo da espessura crustal nos Andes setentrionais e na parte norte dos Andes centrais (entre  $10^{\circ}\text{N}$  e  $9^{\circ}\text{S}$ ). Foram usadas reflexões da Moho de seis sismos de profundidade média para achar a espessura crustal na área de estudo. As ondas  $pmP$  e  $smS$  (reflexões na Moho) são encontradas como precursoras das fases profundas  $pP$  e  $sS$  de sismos registrados em estações localizadas a distâncias telessísmicas. A metodologia utilizada exigia sismos com profundidade maiores que 100 km e magnitude maiores que 6, entretanto devido à baixa amplitude apresentada pelas ondas  $pmP$  e  $smS$ , foi necessário realizar um empilhamento de vários sismogramas para realçar as chegadas das ondas analisadas. A área estudada foi dividida em três partes: área norte entre  $1^{\circ}\text{N}$  e  $4^{\circ}\text{N}$  (na Colômbia), área central entre  $2^{\circ}\text{S}$  e  $5^{\circ}\text{S}$  (no Equador) e área sul entre  $6^{\circ}\text{S}$  e  $9^{\circ}\text{S}$  (na borda entre Peru e Brasil). Na área norte foram achadas espessuras crustais entre 26 e 56 km em quatro pontos de reflexão de dois sismos; na área central foram achadas espessuras da crosta entre 40 e 63 km para três pontos de reflexão de um sismo; finalmente na região sul foram achadas espessuras crustais entre 35 e 40 km para 7 pontos de reflexão de 3 sismos. Foi obtido a relação  $V_p/V_s = 1,79 \pm 0,16$  para a região norte dos Andes, usando a diferenças de tempo  $sS - smS$  e  $pP - pmP$ . Os resultados obtidos visam aumentar o banco de dados de espessura crustal nos Andes setentrionais e na parte norte dos Andes centrais, como também possibilitaram a melhora do modelo de espessura crustal desenvolvido por Assumpção et al. (2013) para América do Sul, permitindo assim a análise e comparação entre os dados obtidos nesse estudo e o modelo crustal de Assumpção et al. (2013).

**ABSTRACT.** In this work, we studied the crustal thickness in northern Andes and northern central Andes (between  $10^{\circ}\text{N}$  and  $9^{\circ}\text{S}$ ). We analyzed the reflections from the underside of the Moho for six intermediate earthquakes occurred in the study area to estimate the crustal thickness at the bounce point. The  $pmP$  and  $smS$  phases (reflections at the Moho) are identified as precursors to the depth phase  $pP$  and  $sS$ , respectively, when recorded at teleseismic distances. This method required events of magnitude  $> 6$  and depth  $> 100$  km. In order to better identify those two reflections, it was necessary to stacking traces from different stations. The study area was divided in three sections: northern area between  $1^{\circ}\text{N} - 4^{\circ}\text{N}$  (Colombia), in this area we analyzed two earthquakes and the crustal thicknesses in four bounce points were found; central area between  $2^{\circ}\text{S} - 5^{\circ}\text{S}$  (Ecuador), in this area we studied one earthquake and the crustal thicknesses in three bounce points were found; southern area between  $6^{\circ}\text{S} - 9^{\circ}\text{S}$  (Peru-Brazil border), where we analyzed three earthquakes and the crustal thicknesses in seven bounce points were found. Crustal thickness found in the southern area varied from 35 to 40 km, from 40 to 63 km in the central area and from 26 to 56 km in the northern area. We estimated a  $V_p/V_s$  ratio of  $1.79 \pm 0.16$  for the northern Andes using the time differences  $sS - smS$  and  $pP - pmP$  relation. Our analysis complements the data base of Moho depths in the Northern Andes and also, it allows a comparison with the model of crustal thickness estimated by Assumpção et al. (2013) confirming the Moho depth on both studies.



## INTERPOLAÇÃO DE EVENTOS DE REFLEXÃO EM TRAÇOS SÍSMICOS DE DADOS PRÉ-EMPILHAMENTO USANDO APROXIMAÇÃO DE TEMPO DE TRÂNSITO SRC-AF

**Alexandre Sodré Fernandes**

Orientador: Dr. João Carlos Ribeiro Cruz (UFPA)  
78 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 24.06.2014

**RESUMO.** O método sísmico é uma técnica bem conhecida por revelar detalhes das estruturas geológicas em subsuperfície, pois os dados sísmicos são processados e produzem seções sísmicas, as quais são imagens das estruturas em subsuperfície. A qualidade desses dados sísmicos registrados depende de fatores como a complexidade da subsuperfície, nível de ruído, topografia da superfície de aquisição, heterogeneidades no manto de intemperismo, entre outros. Aquisição irregular, afastamentos curtos, baixa cobertura nos pontos comuns sem profundidade levam a uma baixa qualidade do imageamento em subsuperfície e baixa resolução nas seções sísmicas. No imageamento superfície de reflexão comum, a aproximação hiperbólica dos tempos de trânsito para raios paraxiais na vizinhança de um raio central refletido com afastamento fonte-receptor finito, em função de cinco atributos cinemáticos do campo de onda, representa o campo temporal de reflexão melhor se comparado aos métodos convencionais. A Superfície de Reflexão Comum para Afastamento Finito (SRC-AF) aproxima eventos de reflexão no espaço na vizinhança do traço com um afastamento fixo que se deseja interpolar, somando eventos correlacionados, onde a saída é definida como a média ponderada das amplitudes ao longo da aproximação do tempo de trânsito SRC-AF, atribuindo o resultado para o respectivo traço para todos os pontos de uma seção AC. O objetivo específico deste trabalho é modelar a regularização de seções temporais preenchendo áreas onde faltam dados sísmicos, aumentando a razão sinal ruído através da interpolação de eventos de reflexão em traços sísmicos baseado na aproximação do tempo de trânsito Superfície de Reflexão Comum para Afastamento Finito (SRC-AF). O algoritmo foi aplicado nas configurações de aquisição sísmica Fonte Comum, Afastamento Comum e Ponto médio Comum para um conjunto de dados sintéticos 2D, modelados por traçamento de raios.

**ABSTRACT.** The seismic method is a well known technique for revealing details of the geological subsurface structures because the seismic data are processed and produce seismic sections, which are images of subsurface structures. The quality of the recorded seismic data depends on factors such as the complexity of the subsurface, level of noise, surface topography of acquisition, heterogeneities in the mantle of weathering, among others. Irregular acquisition, short offsets, low coverage in common points in depth lead to low quality imaging in subsurface and low resolution in seismic sections. In common reflection surface imaging, the hyperbolic approximation of traveltimes for paraxial rays in the vicinity of a central ray reflected with finite source-receiver offset, function of five kinematic attributes of the wave field, represent better the time field reflection compared to conventional methods. The Common Reflection Surface for Common Offset (CRS-CO) approaches reflection events within the vicinity of the trace with a fixed offset that we want to interpolate, adding correlated events, where the output is defined as the weighted average of the amplitudes along the traveltimes approximation SRC-AF, assigning the result to its trace to all points of a common offset section. The specific objective of this work is to model the regularization of temporal sections filling areas lacking seismic data, increasing the signal to noise ratio by interpolation of reflection events in seismic traces based on the approximation of traveltimes for Common Reflection Surface for Common Offset (CRS-CO). The algorithm was applied to the seismic acquisition settings Common Source, Common Offset and Common Mid Point for a set of 2D synthetic data, modeled by ray tracing.

## CONVERSÃO TEMPO-PROFUNDIDADE DE SEÇÕES SÍSMICAS EMPILHADAS POR RAIOS IMAGEM E RAIOS NORMAIS

**Diogo Pena Rezende**

Orientador: Dr. João Carlos Ribeiro Cruz (UFPA)

87 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 24.06.2014

**RESUMO.** A conversão de seções sísmicas tempo em profundidade vem sendo cada vez mais realizada na indústria do petróleo pelo método do traçado de raios imagem. Este método converte o tempo para a profundidade, ponto a ponto, as amplitudes da seção sísmica migrada no tempo. Para cada ponto da seção migrada é traçado um raio, perpendicular à superfície. Ao fim deste, a amplitude do ponto da seção migrada é colocada em profundidade. O método de migração sísmica pré- ou pós-empilhamento consiste em colocar os eventos sísmicos nas posições mais próximas das reais em seções em tempo ou em profundidade. Seções sísmicas em profundidade fornecem uma imagem aproximada da subsuperfície, de modo a facilitar a identificação de possíveis estruturas geológicas acumuladoras de petróleo. A conversão de seções do domínio do tempo para o domínio da profundidade é considerada uma etapa intermediária do processo de construção de imagens sísmicas em profundidade. Neste trabalho é desenvolvido e testado o método de conversão tempo para profundidade de seções sísmicas afastamento-nulo. A construção de seções em profundidade é feita pelo traçado do raio normal. Este método utiliza como dado de entrada seções afastamento-nulo no domínio  $t - \rho$  (tempo de interseção versus vagarosidade). Cada ponto neste domínio fornece as condições iniciais para o traçamento do raio normal: a posição inicial de partida dos raios e os ângulos iniciais formados com a normal à superfície, ou seja, os parâmetros de vagarosidades iniciais. Diferente do método do raio imagem, vários raios são traçados para um mesmo tempo de trânsito e uma mesma posição inicial, definindo uma curva isócrona. A amplitude de cada ponto da seção afastamento-nulo é convertida para a profundidade a partir da distribuição destas ao longo de cada isócrona em profundidade. A conversão por raios imagem tem boa recuperação da profundidade dos refletores com curvatura suave além de baixo custo computacional, pois apenas um raio é traçado para cada ponto da seção em tempo. Porém a continuidade dos refletores pode ser prejudicada no caso de refletores com curvaturas acentuadas. Por sua vez, a conversão por raios normais recupera a profundidade e continuidade dos refletores de modo satisfatório, já que um mesmo ponto em tempo é convertido várias vezes em profundidade. Entretanto, possui um custo computacional mais alto, pois vários raios devem ser traçados para um mesmo ponto em tempo além de converter os artefatos inerentes do *Slant Stack*.

**ABSTRACT.** In general, the oil industry makes the time-to-depth conversion of seismic data by the image ray tracing method. This method takes time into the depth, point to point, the amplitudes of the time migrated seismic section. For each point of the migrated time section, it is necessary to trace a ray perpendicular to the surface. After this, the amplitude of the migrated point of the section takes place in depth. The seismic migration method pre- or post-stack consists of placing seismic events in the correct positions in time or depth sections. Seismic depth sections provide an image near of the subsurface, in order to facilitate the identification of possible oil accumulating geological structures. The conversion of sections from the time to the depth domain is an intermediate step in the construction of seismic images in depth. This work developed and tested a method of converting time to depth the zero-offset seismic sections. In this case, the construction of sections in depth uses normal ray tracing method. The proposed method makes use of the  $t - \rho$  (slowness versus time of intersection) transformation on the zero-offset section. Each point in the  $t - \rho$  domain provides initial conditions for the normal ray tracing: a start position of the initial rays and initial angles formed with the normal to the surface, i.e., the slowness initial parameter. Unlike ray image method, several rays use the same travel time and the same initial position, defining an isochronous curve. The amplitude of each point in the zero-offset section takes place to depth from the distribution of values along each isochronous curve in depth. The image ray based time-to-depth conversion has good recovery of the depths of reflectors as well as low computational cost, since it is necessary only one ray to convert each point of the section in time. However, the reflector continuity may be damaged in case of sharpened curvature. In turn, by normal ray the time-to-depth conversion correctly approximate the depth of the reflectors, since the same point in time assigns several times in depth. However, it has a higher computational cost, because it is necessary many rays to convert one point in time.

## TOMOGRAFIA ELETROMAGNÉTICA POÇO-A-POÇO USANDO OS REGULARIZADORES DE SUAVIDADE GLOBAL E DE VARIAÇÃO TOTAL

**Julielson Monteiro de Santana**

Orientador: Dr. Victor Cezar Tocantins de Souza (UFPA)

61 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 04.07.2014

**RESUMO.** Neste trabalho descreveu-se o problema direto e inverso de tomografia eletromagnética poço a poço. A geometria do modelo possui simetria azimutal, o que simplifica significativamente o processo de modelagem do problema direto e inversão, reduzindo uma equação originalmente tensorial 3-D para uma forma escalar bidimensional. No problema direto discutiu-se o método de elementos finitos para a solução numérica da equação de Helmholtz. Já no problema inverso foi empregado três funcionais estabilizadores: Suavidade Global (GS), Variação Total (TV) e Igualdade Absoluta (AI). O primeiro funcional usa uma suavização na norma  $L_2$ , enquanto o segundo usa uma suavização na norma  $L_1$ , que aceita variações abruptas entre os parâmetros adjacentes. Para o primeiro teste, observa-se que a frequência dentre as usadas em kHz: 0.1, 1, 10 e 100, a que melhor estimou as heterogeneidade foi a de 100 kHz. Esta frequência foi usada nos demais testes e se obteve bons estimativas dos alvos com a mesma. Com relação aos resultados em geral, nota-se que o uso dos métodos TV e GS, com o uso simultâneo do vínculo AI, teve uma boa estimativa, na grande maioria dos resultados, da geometria e posição das heterogeneidades verdadeiras, tanto para pequenos, quanto para grandes contrastes de condutividades entre os alvos e o meio encaixante. Notou-se também que as imagens recuperadas dependem da posição da heterogeneidade em relação a fonte, sua distribuição geométrica, contrastes de condutividades com o meio encaixante e da frequência utilizada.

**ABSTRACT.** In this work, we describe the forward and inverse problems of Crosswell electromagnetic tomography. The model geometry has azimuthal symmetry, which significantly simplifies both the forward modeling and the inversion processing, reducing a 3-D tensor equation to a scalar two-dimensional form. In the forward problem we use the finite element method for the numerical solution of the Helmholtz equation. In the inverse problem, we discuss the use of three stabilizing functionals: Global smoothness (GS), Total Variation (TV), and Absolute Equality (AI). The first one uses a smoothing function on  $L_2$  norm, while the second uses smoothing on the  $L_1$  norm, which accepts abrupt changes between adjacent parameters. Our results show that the use the TV method generated good estimates of the geometry and conductivity of bodies, both for small and for large conductivity contrasts between the targets and the surrounding environment. We also note that the Total Variation regularization showed a better estimate of the parameters, compared to Global Smoothness. In most of the synthetic models used in this work, we obtained a better estimate of the bodies when we used Absolute Equality constraints to the cells at the edges of the inversion grid, in addition to the stabilizing functionals.

## INTERPRETAÇÃO DOS DADOS AÉRO GEOFÍSICOS DO LINEAMENTO DE ANOMALIAS MAGNÉTICAS A SUDOESTE DO ESTADO DO MATO GROSSO – SW DO CRATON AMAZÔNICO E SUA RELAÇÃO COM A TECTÔNICA LOCAL

**Vanessa Biondo Ribeiro**

Orientador: Dra. Marta Silvia Maria Mantovani (IAG-USP)

229 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 21.07.2014

**RESUMO.** A região sudoeste do estado de Mato Grosso é marcada por diversas ocorrências auríferas, cupríferas e diamantíferas associado à kimberlitos. Entretanto, apesar do grande potencial mineralógico, há uma grande divergência por parte dos autores em relação à evolução tectônica e compartimentação litoestratigráfica. Dentro desse contexto, este trabalho agrega informações geofísicas sobre possíveis novos alvos exploratórios na região, levando a uma interpretação do possível cenário tectônico associado a essas intrusões. Foram analisados dados de aéreo levantamentos magnéticos e gamaespectrométricos contratados pelo Serviço Geológico do Brasil (antiga Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM) no noroeste do estado do Mato Grosso, porção SW do Cráton Amazônico. A partir desses dados foram identificadas diversas anomalias magnéticas ao longo de um lineamento com direção preferencialmente NW-SE. Essas anomalias apresentam uma grande variação em extensão, intensidade e direção da magnetização total, podendo ser associadas à presença ou não de uma componente remanescente significativa. Entretanto, nem todas as anomalias apresentam uma clara relação com a zona de fraqueza gerada pelas zonas de cisalhamento Indaiavá-Lucialva e Pitas, e intrudem em diferentes tipos de rochas encaixantes. Por essa razão, as anomalias foram subdivididas em quatro grupos e analisadas individualmente em função do contexto geológico e tectônico do grupo no qual se encontram. Ao todo foram analisadas 34 anomalias magnéticas, dentre as quais apenas Rio Jauru, Figueira Branca e Nova apresentam indícios de afloramento a partir dos dados gama espectrométricos. O contraste entre as respostas radiométricas dessas anomalias, caracterizada por baixo dos três elementos para Rio Jauru e Figueira Branca, geralmente associada a magmas máficos e ultramáficos, e as altas contagens de tório e urânio e baixo de potássio apresentadas por Nova, interpretadas como indicativas de um magma félsico ou intermediário, aponta uma heterogeneidade composicional das fontes anômalas estudadas. O contraste de susceptibilidade magnético aparente obtido pelas inversões tridimensionais varia de 0,013 a 0,230 S.I. Esse contraste, associado às informações sobre o contexto geotectônico da região disponíveis na literatura, nos permite concluir que essas intrusões magnéticas estão associadas a intrusões ígneas dentre as quais, podem ser citados como exemplo, dunitos, piroxênitos, gabros, etc. A anomalia de Nova, assim como Sertãozinho e Rio Aguapé 1 e 2, intrude interna aos limites geológicos do batólito de Santa Helena. A localização geográfica desses corpos, com contraste de susceptibilidade e assinatura radiométrica (associada à Nova) significativamente diferentes das observadas para o batólito evidenciam a necessidade de se revisar os modelos evolutivos propostos. Neste trabalho são propostos dois cenários evolutivos possíveis para explicar a configuração tectônica desses corpos. A intensa resposta magnética observada para as anomalias magnéticas, com presença de uma componente remanescente significativa, sugere que esses corpos intrudiram após o alojamento do batólito em superfície, tendo se aproveitado das falhas e fraturas presentes nesse corpo. Entretanto, uma resposta conclusiva sobre o tipo litológico das fontes magnéticas e o contexto tectônico dessas só pode ser obtida a partir de estudos geoquímicos e geocronológicos dessas intrusões que, aliados aos resultados deste trabalho, irão contribuir significativamente para um melhor entendimento da evolução geológica da região SW do Cráton Amazônico.

**ABSTRACT.** The southwest region of Mato Grosso is marked by several Au, Cu and Diamond occurrences. However, despite the large mineralogical potential, this region shows a wide divergence of hypothesis related to the tectonic evolution and the lithostratigraphy subdivision. Within this context, this work adds geophysical information about possible new exploration targets in the region, leading to a possible interpretation of the tectonic setting associated with these intrusions. Magnetic and gamma spectrometric airborne surveys performed by the Brazilian Geologic Service (CPRM) over the southwest part of Mato Grosso state, SW portion of the Amazonian Craton were analyzed. From these data, several magnetic anomalies were identified along a lineament with NW-SE direction. These anomalies have a large variation in extent, intensity and direction of the total magnetization (associated with the presence or absence of a significant remanent component). However, not all anomalies show a clear relationship with the weakness zones generated by Indaivaí-Lucialva and Pitas shear zones, and intrude on different types of host rocks. Therefore, the anomalies were divided into four major groups and individually analyzed as a function of the geological and tectonic context of each group. In total 34 magnetic anomalies were analyzed in this work, among which only Rio Jauru, Figueira Branca and Nova present evidences of outcropping points in gamma spectrometric data. The contrast between the responses of these radiometric anomalies, characterized by the low counts of the three elements to Figueira Branca and Rio Jauru (usually associated with mafic and ultramafic magmas) and high contents of thorium and uranium and low of potassium presented by Nova (interpreted as indicative of intermediate or felsic magma), shows a compositional heterogeneity of the anomalous sources studied. The contrast of apparent magnetic susceptibility obtained by the 3D inversions varies from 0.013 to 0.230 S.I. This contrast, joined with information about the tectonic context of the region available in the literature, allowed to conclude that these magnetic intrusions are associated with igneous intrusions with magnetic susceptibility close to the observed for dunites, pyroxenites, gabbros, etc. Nova, Sertãozinho and Rio Aguapé 1 and 2 anomalies intrude internal to the Santa Helena batholith geological limits. The geographic location of these bodies, combined with susceptibility contrast and the significant difference in the radiometric signature (associated with Nova anomaly) highlight the need to review the proposed evolution models for this batholith. This work proposes two possible evolution scenarios to explain the tectonic setting of these intrusions. The intense magnetic response observed for the magnetic anomalies, associated with the presence of a significant remanent component, suggests that these bodies intruded after the emplacement of the batholith in surface, taking advantage of the faults and fractures present in the body. However, a conclusive answer on the lithological type of the magnetic sources and tectonic context of these intrusions can only be obtained from geochemical and geochronological studies, which combined to the results of this study, will contribute considerably to a better understanding of the geological evolution of the SW region of Amazonian Craton.

## INTEGRAÇÃO DE DADOS AEROMAGNÉTICOS, AEROGRAVIMÉTRICOS E DE SUPERFÍCIE NO ESTUDO DO LINEAMENTO TRANSBRASILIANO NA BACIA DO PARNAÍBA

Rafael Duarte Santos

Orientador: Dr. Francisco Hilario Rego Bezerra (UFRN)

111 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 25.07.2014

**RESUMO.** Esta tese compreende a integração de dados geofísicos, geológicos e geomorfológicos para entender o Lineamento Transbrasiliano (LTB) na evolução da Bacia do Parnaíba (BP). O Lineamento Transbrasiliano (LTB) é uma descontinuidade escala continental situada entre o Cráton Amazônico e a porção oriental da Plataforma Sul-Americana. O conhecimento estrutural da Bacia do Parnaíba (BP) ainda é incipiente, principalmente na influência do LTB em sua evolução. Os principais objetivos desta tese são: (1) caracterizar e classificar as principais estruturas lineares associadas ao LTB usando dados gravimétricos, magnéticas e imagens de sensoriamento remoto; (2) caracterização do LTB na reativação de falhas no embasamento e no preenchimento sedimentar da Bacia do Parnaíba; (3) identificar as reativações fanerozoicas do LTB, mostrando a relação entre a superfície e as estruturas de subsuperfície na Bacia do Parnaíba. Os principais tipos de dados utilizados neste estudo incluem a modelagem 2D, processamento de dados gravimétricos e magnéticos, análise de sensoriamento remoto e dados estruturais de campo. Os dados geofísicos indicam que as anomalias magnéticas e gravimétricas possuem um *trend* principal para NE-SW e estão relacionados com o LTB, exibindo anomalias de até -90 mGal com um gradiente gravimétrico de 3,5 mGal/km. Este padrão indica que a LTB forma uma fronteira crustal sob a bacia. As soluções da Deconvolução de Euler indicam as fontes causadoras das anomalias magnéticas e gravimétricas estão em profundidades de 8,5 e 12 km, respectivamente. Mapas estruturais revelam uma geometria da bacia complexa, composta de estruturas orientadas NE-SW e um sistema de horst-graben ancorada ao LTB. Os lineamentos magnéticos e gravimétricos indicam que 65% e 68% do total, respectivamente, possuem *trend* principal NE-SW, as quais indicam que a esta região da bacia está concentrada no sentido de LTB. Os dados de sensoriamento remoto indicam que 40% dos lineamentos extraídos de imagens de satélite e radar topográfico são paralelos ao LTB. A modelagem gravidade 2D sugere a existência de uma zona de *rift* de 300 km de largura. O graben central principal, ocorre ao longo da LTB e se estende até uma profundidade máxima de 4.700 m. Finalmente, os dados de campo mostraram que as principais falhas mapeadas, transcorrente dextral, sinistral e, falhas normais com *trend* principalmente NE-SW. A maioria são características de estruturas sinsedimentar pois, afeta apenas as camadas Paleozoicas da Bacia do Parnaíba. Concluímos que LTB foi reativado na fase inicial de evolução da bacia no Cambriano, durante a qual um sistema de graben-horst foi formado. Reativações Pós-Devoniano também ocorreram ao longo do LTB e eles tiveram uma grande influência sobre a evolução da bacia.

**ABSTRACT.** This thesis comprises the integration of geophysical, geological and geomorphological data to understand the Transbrasiliano Lineament (TBL) in the evolution of the Parnaíba Basin (PB). The Transbrasiliano Lineament (TBL) is a continental scale discontinuity located between the Amazonian Craton and the eastern portion of the South American Platform. The structural knowledge of the Parnaíba Basin is still incipient, mainly the influence of TBL in its evolution. The main objectives of this thesis are: (1) characterize and classify the major linear structures associated with the TBL using the gravimetric, magnetic maps and remote sensing images; (2) characterize of the TBL on the basement fault reactivation and sedimentary fill of the Parnaíba Basin; (3) identify the Phanerozoic reactivations of the TBL, showing the relationship between surface and subsurface structures in Parnaíba Basin. The main types of data used in this study include the processing and 2D modeling of gravity and magnetic data, and analysis of remote sensing and structural field data. The geophysical data indicate that the magnetic and gravity anomalies trend NE-SW and are related to the TBL, which displays stretched up to -90 mGal anomaly with a gravity gradient of 3.5 mGal/km. This pattern indicates that the TBL forms a crustal boundary beneath the basin. Solutions of the Euler Deconvolution indicate magnetic and gravity causative sources as deep as 8.5 and 12 km, respectively. Structural maps reveal a complex basin geometry, composed of structures oriented NE-SW and a horst-graben system anchored in the TBL. The magnetic and gravity lineaments indicate that 65% and 68% of the total features, respectively, mainly trend NE-SW, which indicate that the basement of the basin is concentrated in the direction of TBL. The remote sensing data indicate that 40% of lineaments extracted from satellite imagery and shuttle radar topography are parallel to the TBL. The 2D gravity modeling suggests the existence of a rift zone of 300 km wide. The main central graben occurs along the TBL and extends to a maximum depth of 4,700 m. Finally, field data showed that the main mapped faults, dextral and sinistral strike-slip and normal faults mainly trend NE-SW. Most are synsedimentary features affecting Paleozoic layers of the Parnaíba Basin. We conclude that TBL was reactivated in the early stage of basin evolution in the Cambrian, during which a graben-horst system was formed. Post-Devonian fault reactivation also occurred along the TBL and they had a great influence on the basin evolution.

## INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS DE GPR EM AMBIENTE CÁRSTICO GUIADA POR COMPARAÇÃO COM AFLORAMENTOS E IMAGENS DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO

**Antonio Lisboa Fernandes Júnior**

Orientador: Dr. Walter Eugenio de Medeiros (UFRN)

68 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 30.07.2014

**RESUMO.** A crescente importância das rochas carbonáticas como aquíferos, reservatórios de petróleo e sua ligação com problemas relativos à ocupação urbana trazem a necessidade de se obter imagens mais detalhadas de GPR em ambientes carsticos. Devido à natureza complexa das geometrias de dissolução e às limitações intrínsecas ao GPR, o objetivo do imageamento e interpretação de rochas carbonáticas carstificadas é notoriamente difícil. Um caminho viável a ser seguido consiste na comparação direta de imagens de GPR com rochas aflorantes similares. Apresentamos, aqui, um estudo conjunto que envolve o uso de equipamento GPR com uma antena de 200 MHz, imagens de veículo aéreo não tripulado (VANT) e a caracterização de afloramentos, visando uma melhor interpretação de estruturas sedimentares carstificadas e de fraturas a partir de imagens de radar. A área de estudo consiste em um afloramento de rocha carbonática de 500 m de largura e 1,000 m de comprimento pertencente à Formação Jandaíra na Bacia Potiguar, Brasil, onde feições de sedimentação, de fraturamento e de carstificação podem ser diretamente investigadas tanto vertical quanto horizontalmente. Mostramos que os elementos-chave para a interpretação de imagens de GPR em rochas carbonáticas carstificadas são: (1) estruturas primárias sedimentares, que aparecem em radargramas como estratos inalterados, mas é preciso ter cuidado ao interpretar feições sedimentares primárias complexas, tais como aquelas associadas a bioturbação; (2) dissoluções podem criar vazios ao longo camadas sub-horizontais que aparecem nos radargramas como zonas de baixa amplitude relativamente longas ao longo de uma camada horizontal; (3) fraturas subverticais podem aparecer como descontinuidades consistentes nos estratos imageados, formando estruturas complexas, tais como flores negativas ao longo de falhas transcorrentes; e (4) dissoluções também podem criar espaços vazios ao longo de fraturas subverticais, aparecendo nos radargramas como zonas de baixa amplitude com dimensões verticais relativamente grandes, as quais são delimitadas por fraturas.

**ABSTRACT.** The increasing importance of carbonate rocks as aquifers, oil reservoirs, and for urban problems is demanding detailed GPR imaging of karst. Due to the complex nature of the geometry of the dissolution and the GPR intrinsic limitations, the goal of imaging and interpreting karstified carbonate rocks is notoriously difficult. One way forward is the direct comparison of GPR images with similar outcropping rocks. We present a joint study involving a 200 MHz GPR survey, unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, and outcrop characterization to improve the interpretation of karstified sedimentary structures and fractures in GPR images. The study area is a 500 m wide and 1,000 m long carbonate outcrop of the Jandaíra Formation in Potiguar basin, Brazil, where sedimentary, fracture, and karst features can be directly investigated in both vertical and horizontal plan views. We show that the key elements to interpret GPR images of karstified carbonate rocks are: (1) primary sedimentary structures appear in radargrams as unaltered imaged strata but care must be taken to interpret complex primary sedimentary features, such as those associated with bioturbation; (2) dissolution may create voids along subhorizontal layers which appear in radargrams as amplitude shadow zones relatively long along the horizontal bedding; (3) subvertical fractures might appear as consistent discontinuities in the imaged strata, forming complex structures such as negative flowers along strike-slip faults; and (4) dissolution may also create voids along subvertical fractures, appearing in radargrams as amplitude shadow zones with relatively large vertical dimensions, which are bounded by fractures.

## JOINING DIFFRACTION FILTER AND RESIDUAL DIFFRACTION MOVEOUT TO CONSTRUCT A VELOCITY MODEL IN THE DEPTH AND TIME DOMAINS: APPLICATION TO A VIKING GRABEN DATA SET

**Jaime Andres Collazos Gonzalez**

Orientador: Dr. José Jadsom Sampaio de Figueiredo (UFPA)

50 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 17.08.2014

**RESUMO.** Ondas sísmicas difratadas são geradas por descontinuidades na subsuperfície da Terra com o tamanho da ordem do comprimento de onda sísmico. Uma vez que o campo de onda incidente pode ser significativamente afetado por essas descontinuidades, muitas propriedades importantes destes eventos podem ser usadas para melhorar a prática de imageamento sísmico. Neste trabalho propomos uma abordagem prática para construir modelos de velocidade no domínio do tempo e profundidade usando difrações. Esta metodologia consiste na aplicação do filtro destrutor de onda plana (*plane wave destruction* – PWD) juntamente com método residual *diffraction moveout* (RDM), de modo a construir modelos de velocidade nos domínios do tempo e da profundidade. Nosso método depende apenas de difrações (identificadas) filtradas a partir de eventos de reflexão e um modelo de velocidade inicial arbitrário de entrada. As imagens migradas no domínio pós-empilhado (nos domínios do tempo e da profundidade) são comparadas com imagens migradas derivadas do processamento sísmico convencional. Nestes domínios, usamos a migração Kirchhoff pós-empilhamento. Desconsiderando a necessidade de identificar e escolher os eventos de difração na migração pós-empilhamento no domínio da profundidade, o método apresenta um custo computacional muito baixo. Para alcançar um modelo de velocidade aceitável o tempo de processamento comparado ao método convencional foi menor. A viabilidade de nossa metodologia é testada num dado sísmico real do Viking Graben.

**ABSTRACT.** Diffracted seismic waves are generated by unsmooth structures in the subsurface with a size on the order of seismic wavelengths. Because the incident wavefield can be significantly affected by these discontinuities, many important properties of the seismic events can be used to improve the velocity model building. In this thesis, we propose a practical approach to construct velocity models in the time and depth domains using diffractions. This methodology applies the plane wave destruction (PWD) filter jointly with the residual diffraction moveout (RDM) method to construct velocity models in time and depth domains. Our method does not depend on any requirements except for identifiable diffractions filtered from reflection events and an arbitrary initial velocity model as input. The post-stack migrated images (in the time and depth domains) are compared with the migrated images derived from conventional seismic processing steps. In both cases, we used post-stack Kirchhoff Migration. Beyond the need to identify and select the diffraction events in the post-stack migrated sections in the depth domain, the method has a very low computational cost of processing time. To reach an acceptable velocity model was less compared with conventional processing. The applicability of our methodology was verified using a real Viking Graben seismic dataset.