

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

ANÁLISE CRÍTICA DAS FONTES DE INCERTEZA ASSOCIADAS À MEDIÇÃO DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE TERRESTRE NO LABORATÓRIO DE GRAVIMETRIA DO OBSERVATÓRIO NACIONAL

*Rodrigo Lima Melhorato*

INVERSÃO DE ATRIBUTOS SÍSMICOS PARA CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE RESERVATÓRIOS

*Petre Candellero Griscenco*

INVESTIGAÇÕES GPR EM APOIO À ARQUEOLOGIA PRÉ-HISTÓRICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE DARDANELOS, MT

*Iris Fernandes*

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOELÉTRICA NA REGIÃO DE TERMAS DE IBIRÁ, BACIA DO PARANÁ, POR MEIO DE INVERSÃO CONJUNTA 1D DE SONDAJENS TDEM/SEVs

*Marco Antonio Couto Júnior*

UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS GEOELÉTRICOS NA CARACTERIZAÇÃO DE CÉLULA EXPERIMENTAL NO ATERRO DE RESÍDUOS URBANOS DELTA A EM CAMPINAS – SP

*Antonio Carlos de Siqueira Neto*

## **ANÁLISE CRÍTICA DAS FONTES DE INCERTEZA ASSOCIADAS À MEDIÇÃO DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE TERRESTRE NO LABORATÓRIO DE GRAVIMETRIA DO OBSERVATÓRIO NACIONAL**

**Rodrigo Lima Melhorato**

Orientador: Dr. Mauro Andrade de Sousa (ON)  
108 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 26.01.2015

**RESUMO.** O presente trabalho propõe uma metodologia de calibração e ensaio de gravímetros relativos Scintrex, modelo CG-5, na forma de procedimentos técnico-científicos. Também é realizada a análise crítica das fontes de incerteza associadas à medição da aceleração da gravidade local com estes instrumentos. É apresentada uma proposta para a calibração de gravímetros absolutos com a finalidade de melhorar a cadeia de rastreabilidade metrológica da grandeza gravidade no país. Os procedimentos técnico-científicos foram testados em campo e laboratório, e os resultados mostram-se satisfatórios. Com estas propostas, espera-se que este trabalho seja uma colaboração inicial para atender alguns dos vários requisitos técnico-científicos que irão compor o Manual da Qualidade do Laboratório de Gravimetria do Observatório Nacional.

**ABSTRACT.** This work proposes a calibration methodology and measurements with Scintrex gravimeters, CG-5 model, in the form of technical-scientific procedures. It is also carried out a critical analysis of the sources of uncertainty associated with measuring acceleration local with these instruments. It is presented a proposal for the calibration of absolute gravimeters in order to improve the metrological traceability of the quantity gravity in the country. The technical-scientific procedures were tested in field and in laboratory and the results are satisfactory. With these proposals, it is expected this work to be an initial collaboration of some of the various technical-scientific requirements that will complete the Quality Manual of Observatório Nacional's Gravimetry Laboratory.

## INVERSÃO DE ATRIBUTOS SÍSMICOS PARA CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE RESERVATÓRIOS

**Petre Candelerio Griscenco**

Orientador: Dra. Liliana Alcazar Diogo (IAG-USP)  
60 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 30.01.2015

**RESUMO.** Este trabalho tem como objetivo implementar uma inversão sísmica quantitativa e não linear para investigar a relação entre as propriedades petrofísicas de um reservatório de hidrocarbonetos com os seus atributos sísmicos. Utilizando dados sísmicos sintéticos, foi invertido o coeficiente de reflexão da onda P ( $R_{PP}$ ) no topo de um modelo de reservatório com o objetivo de recuperar os parâmetros de velocidade da onda P, da onda S e a densidade na camada reservatório considerada ( $V_P$ ,  $V_S$  e  $\rho$  respectivamente), para tal foi empregada a equação exata de Zoeppritz. Também agregou-se informação da inversão do tempo de trânsito duplo da reflexão normal ( $t_0$ ) na base do reservatório e da inversão da distância crítica ( $x_c$ ) no topo do reservatório objetivando-se uma melhora na estimativa de  $V_P$  e conseqüente melhora na estimativa conjunta dos 3 parâmetros ( $V_P$ ,  $V_S$ ,  $\rho$ ). Foram realizados testes quanto à composição da Função Objetivo envolvendo mais do que um atributo sísmico e da influência da inclusão de diferentes faixas de ângulos dos coeficientes de reflexão na inversão. Além disso, foram desenvolvidas análises referentes à performance do algoritmo de inversão, elaborado a partir de uma implementação do Algoritmo Genético, e foi avaliado como erros na estimativa de alguns dos parâmetros da camada selante assumidos como conhecidos influencia no desempenho da inversão. Por fim, utilizando a teoria de Gassmann, foi verificada a viabilidade da recuperação da variação da saturação de óleo no reservatório em diferentes cenários de porosidade com o intuito de monitorar a produção do reservatório. A incorporação do atributo da distância crítica junto com a informação dos coeficientes de reflexão mostrou resultados promissores, mas são necessários novos testes para recomendar o seu uso em dados reais. A faixa de ângulos abrangendo a região do ângulo crítico ofereceu maior sensibilidade e melhores resultados na inversão. Os reservatórios mais porosos são menos suscetíveis a existência de erros nos parâmetros da camada selante. A recuperação da saturação de óleo só foi possível na situação ideal; pequenas variações nos parâmetros invertidos foram amplificadas fortemente na determinação da saturação, o que reforça a importância da realização de estudos numéricos controlados para a inversão de parâmetros físicos da rocha, com o intuito de avaliar quais fatores exercem maior influência na imprecisão nos resultados.

**ABSTRACT.** This work aims to implement a quantitative and nonlinear seismic inversion to investigate the relationship between the petrophysical properties of a hydrocarbon reservoir and its seismic attributes. Using synthetic seismic data, the P wave reflection coefficient ( $R_{PP}$ ) on the top of a reservoir model was inverted using the exact Zoeppritz equation. The parameters to be estimated were the P-wave and S-wave velocities and the density of the reservoir layer ( $V_P$ ,  $V_S$  and  $\rho$  respectively). It was also added information in inversion of the two-way-traveltime reflection ( $t_0$ ) on the bottom of the reservoir and of the critical distance ( $x_c$ ) on the top of the reservoir in order to improve the estimation of VP and consequently improve the joint estimation of the 3 parameters ( $V_P$ ,  $V_S$ ,  $\rho$ ). Some tests were conducted about the composition of the Objective Function for more than one seismic attribute, and about the influence of using different ranges of incident angles in reflection coefficient inversion. It was also analyzed the performance of the inversion algorithm, which was based on an implementation of the genetic algorithm. In addition, it was evaluated how errors in some cap rock estimated parameters, which were assumed to be known, influences the inversion results. Finally, using the Gassmann theory, the feasibility of recovering the oil saturation variation in the reservoir for different porosity scenarios was verified in order to monitor reservoir's production. The incorporation of the critical distance attribute along with the information of the reflection coefficients showed promising results, but it needs further tests to recommend its use on real data. The range of angles including the critical angle region showed higher sensitivity and better results in inversion. The more porous reservoirs was less susceptible to the errors in the cap rock parameters. The recovery of oil saturation was only possible in the ideal situation; small variations in the inverted parameters were strongly amplified in determining the saturation, which reinforces the importance of carrying out controlled numerical studies for the inversion of the physical parameters of the rock, in order to assess which factors have more influence in the inaccuracy of the results.

## INVESTIGAÇÕES GPR EM APOIO À ARQUEOLOGIA PRÉ-HISTÓRICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE DARDANELOS, MT

Iris Fernandes

Orientador: Dr. Jorge Luís Porsani (IAG-USP)

144 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 05.02.2015

**RESUMO.** Nesta pesquisa, o método GPR foi empregado para localizar e mapear urnas funerárias enterradas, visando orientar as escavações arqueológicas e auxiliar nas medidas de proteção de sítios arqueológicos na região de influência direta do aproveitamento hidrelétrico de Dardanelos, próximo à Aripuanã, MT. Um estudo arqueológico prévio seria necessário para verificar a presença de sítios arqueológicos, pois a região seria submersa, afetando todo e qualquer possível artefato presente no sítio. Na área de influência da usina de hidrelétrica já havia um sítio conhecido, o sítio de Dardanelos, sendo este o objeto da presente pesquisa. Dados GPR obtidos com a antena blindada de 200 MHz foram processados e analisados, e os resultados apresentados na forma de perfis 2D e em 3D na forma de *depth-slices*. Após a aquisição e processamento dos dados foram identificadas as anomalias GPR e interpretadas a fim de identificar os alvos de interesse arqueológico e raízes de árvores, evitando assim, que haja ambiguidade na caracterização dos alvos de interesse. A análise 3D gerada a partir dos perfis de reflexão 2D permitiu diferenciar com clareza os alvos de interesse das raízes de árvores, uma vez que nela podemos visualizar um padrão mais alongado ao invés de pontual, como é apresentado quando temos um artefato arqueológico. Ainda, através da conversão do tempo de percurso da onda eletromagnética em profundidade, podemos identificar a profundidade dos alvos. Esta conversão também ajuda a esclarecer as ambiguidades, uma vez que as raízes são mais rasas e os artefatos mais profundos.

**ABSTRACT.** In this research, GPR method was used to locate and map buried indigenous urns, aiming to guide and assist the archaeological excavations in order to guide protections acts of archaeological sites in the region directly affected by the hydroelectric of Dardanelos, near to Aripuanã, MT. A preliminary archaeological study would be necessary to investigate the presence of archaeological sites, because the area would go underwater, affecting any possible artifact present on the site. In the area of influence of the hydroelectric plant there was already a known site, the site of the Dardanelos, which is the subject of this research. The GPR data obtained with shielded antenna 200 MHz were processed and analyzed, and the results presented as 2D and 3D profiles in the form of *depth-slices*. After processing the GPR data anomalies were identified and interpreted to identify the targets of archeological interest and roots of trees, thus avoiding ambiguity in the characterization of targets of interest. The 3D analysis generated from the 2D reflection profiles allowed to differentiate clearly the targets of interest from the roots of trees, since they can display a more elongated pattern rather than punctual, as shown when we have an archaeological artifact. Further, by converting the travel time of the electromagnetic wave in depth, we can identify the depth of targets. This conversion also helps to clarify the ambiguities, since the roots are shallower and the artifacts are deeper.

## CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOELÉTRICA NA REGIÃO DE TERMAS DE IBIRÁ, BACIA DO PARANÁ, POR MEIO DE INVERSÃO CONJUNTA 1D DE SONDAGENS TDEM/SEVs

**Marco Antonio Couto Júnior**

Orientador: Dr. Jorge Luís Porsani (IAG-USP)

148 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 06.02.2015

**RESUMO.** Este trabalho tem como objetivo mapear os aquíferos sedimentar e cristalino na bacia sedimentar do Paraná no Estado de São Paulo, por meio do emprego da Inversão Conjunta de dados obtidos em sondagens com os métodos TDEM (Eletromagnético no Domínio do Tempo) e Eletrorresistividade por meio da técnica de SEV (Sondagem Elétrica Vertical). Os estudos foram realizados na região de Termas de Ibirá, distante cerca de 450 km do Município de São Paulo. Nesta região os poços tubulares perfurados captam água principalmente do aquífero sedimentar raso (Aquífero Bauru) relacionado com os sedimentos arenosos da Formação Adamantina, Grupo Bauru. Por outro lado, o aquífero fraturado na camada de basalto da Formação Serra Geral (Aquífero Serra Geral) ainda é pouco conhecido, sendo que este último constitui-se num excelente alvo para exploração de água subterrânea. Com as SEVs, obtiveram-se as informações mais rasas dos arenitos do Grupo Bauru, o Aquífero Bauru e o topo dos basaltos da Fm. Serra Geral. Com o método TDEM o pacote basáltico pôde ser investigado com maior detalhe e o Aquífero Serra Geral caracterizado. A análise dos resultados foi feita por meio da Inversão Conjunta-1D de sondagens SEVs/TDEM, de modo que as informações de cada metodologia foram integradas complementarmente, isto é, todo o intervalo de profundidade pôde ser caracterizado: a parte mais rasa com os dados das SEVs e a mais profunda com os dados do TDEM. Os resultados foram integrados com informações litológicas de poços de exploração de água subterrânea catalogados no SIAGAS-CPRM. Esta integração diminuiu as ambiguidades inerentes ao processo de interpretação de dados geofísicos, permitindo a demarcação de três zonas de favorabilidade para o posicionamento de poços tubulares profundos visando a exploração de água subterrânea no Aquífero Serra Geral e cinco zonas de favorabilidade para o Aquífero Bauru. Também foi possível caracterizar o comportamento estrutural da litostratigrafia na área de estudo. Deste modo, esses resultados contribuíram para o desenvolvimento das pesquisas hidrogeofísicas no Estado de São Paulo.

**ABSTRACT.** This work presents the geophysical mapping of sedimentary and fractured aquifers in Paraná Sedimentary Basin, in São Paulo State, Brazil, obtained by 1D – Joint Inversion of TEM (Transient Electromagnetic) soundings and VES (Vertical Electrical Soudings). The studies were conducted in Termas de Ibirá region, in Ibirá City, which is located 450 km northwest of the city of São Paulo. The groundwater exploration wells in the area are located mainly into the shallow sedimentary aquifer (Bauru Aquifer), whose sediments and rocks are related to Adamantina Formation, Bauru Group. On the other hand, the fractured aquifer inside the basalts of Serra Geral Formation (Serra Geral Aquifer) is still not well known and has a huge groundwater exploration potential. The VES results can investigate the shallow sandstones from Bauru Group, the Bauru Aquifer and the top of Serra Geral basalt layer. The TEM soundings investigate the deepest depth interval inside the basalt layer and can examine in detail the fractured aquifer (basalts). The result analysis were integrated by 1D – Joint Inversion of VES/TEM soundings pairs, where the information of each depth interval was used in a complementary way, i.e., the Joint Inversion used the VES to solve shallow information and the TEM soundings the deepest information. Moreover, the results were integrated with the lithological information from the groundwater exploration wells registered in SIAGAS-CPRM database. The integration between Joint Inversion results and the lithological well information could decrease the inherent ambiguities in the geophysical interpretation process, and allowed to map five groundwater exploration favorability zones in the Bauru Aquifer and three favorability zones in the Serra Geral Aquifer. The results also provided the structural behavior of the area lithostratigraphy. Furthermore, this study can contribute to the development of hydrogeophysical research in countryside of São Paulo State.

## UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS GEOELÉTRICOS NA CARACTERIZAÇÃO DE CÉLULA EXPERIMENTAL NO ATERRO DE RESÍDUOS URBANOS DELTA A EM CAMPINAS – SP

**Antonio Carlos de Siqueira Neto**

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

81 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 20.03.2015

**RESUMO.** Os métodos de eletrorresistividade (ER) com a técnica de caminhamento elétrico (CE), método da polarização induzida (IP) e o método eletromagnético indutivo (EM) foram aplicados no aterro Delta A, localizado ao lado da rodovia dos Bandeirantes no município de Campinas (SP). Dentro do aterro há uma região de aproximadamente 5.200 m<sup>2</sup> denominada “célula experimental”, com impermeabilização de base por meio de geomembrana de PEAD (Polietileno de alta densidade) onde ocorre um monitoramento regular pelo Departamento de Geotecnia da UNICAMP. Esse projeto teve como objetivo principal verificar como o corpo de resíduos e a geomembrana são imageados com os métodos geofísicos, e se existe evidência de zonas de concentração de chorume e como seriam as imagens caso houvesse ruptura da geomembrana com vazamento. Na área foram executadas 6 linhas com extensão de 110 m e espaçamento de 12 m entre elas, utilizando arranjo dipolo-dipolo com espaçamento entre eletrodos de 4 m e 5 m e cabo de 10 e 20 m para as medidas de EM. Com os resultados apresentados podemos afirmar que o método que melhor forneceu informações sobre a célula experimental foi o de eletrorresistividade, pois identificou a camada resistiva (geomembrana) e nos permitiu comparar os dados com as simulações feitas em laboratório. No entanto, para uma melhor resolução dos dados de ER se faz necessário diminuir a distância entre os eletrodos, aumentando assim a acurácia do levantamento.

**ABSTRACT.** The methods of resistivity (ER) with the electrical profiling technique (EP), the method of induced polarization (IP) and the inductive electromagnetic method (EM) were applied to landfill Delta A, located next to the highway dos Bandeirantes in Campinas (SP). Within the landfill there is a region of approximately 5,200 m<sup>2</sup> called “experimental cell” with waterproofing base through HDPE (High Density Polyethylene) geomembrane which is regular monitoring by the UNICAMP Geotechnical Department. The main objective was to verify how the body of waste and the geomembrane are imaged with geophysical methods, and if there is evidence of leachate concentration areas and how the images would be if there was rupture of the geomembrane leaking. In the area were performed 6 lines with a length of 110 m and 12 m spacing between them using dipole-dipole array with electrode spacing of 4 m and 5 m and cable of 10 and 20 m for EM measures. With the results presented we can say that the method that best provided information on the experimental cell was the resistivity method, as identified resistive layer (geomembrane) and allowed us to compare the data with simulations in the laboratory. However, for better resolution of the ER data is needed to close the distance between the electrodes, thereby increasing the accuracy of the survey.