

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

AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE DECONVOLUÇÃO SOBRE DADOS DE SÍSMICA RASA

*Allan Segovia Spadini*

ESTUDO PALEOMAGNÉTICO DE UNIDADES PALEOPROTEROZÓICAS DO CRÁTON AMAZÔNICO

*Franklin Bispo dos Santos*

LEVANTAMENTO GPR 4D SOBRE UM DERRAME DE ÓLEO USADO EM TRANSFORMADORES DE ENERGIA ELÉTRICA:  
UM ESTUDO CONTROLADO EM LABORATÓRIO

*Luciana Bertolla*

O SINAL DE POTENCIAL ESPONTÂNEO EM INVESTIGAÇÕES AMBIENTAIS: FATORES QUE CONDICIONAM  
A AMPLITUDE DE UMA ANOMALIA

*Sergio Junior da Silva Fachin*

ESTUDO DAS VARIAÇÕES DIURNAS DE RADIAÇÃO GAMA ATMOSFÉRICA E SUA INTERFERÊNCIA EM LEVANTAMENTOS  
DE ESPECTROMETRIAGAMA AEROTRANSPORTADA

*Fabiano Della Justina*

O USO DOS DADOS DA MISSÃO GOCE PARA A CARACTERIZAÇÃO E A INVESTIGAÇÃO DAS IMPLICAÇÕES NA ESTRUTURA  
DE DENSIDADE DAS BACIAS SEDIMENTARES DO AMAZONAS E SOLIMÕES, BRASIL

*Everton Pereira Bomfim*

## AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE DECONVOLUÇÃO SOBRE DADOS DE SÍSMICA RASA

**Allan Segovia Spadini**

Orientador: Dra. Liliana Alcazar Diogo (IAG-USP)

104 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 23.04.2012

**RESUMO.** Neste trabalho de pesquisa foi realizado um estudo do método de deconvolução visando melhor adequação à situação encontrada na escala de investigação rasa para a estimativa da forma de onda e da resposta impulsiva da Terra. Procedimentos determinísticos e estatísticos (métodos cegos) foram avaliados sobre dados sintéticos e dados reais adquiridos com fontes de impacto e com uma fonte pseudo-aleatória. No caso onde o pulso ou a resposta impulsiva são conhecidos, foram estudadas técnicas de regularização e identificação que contornem os problemas como a instabilidade provocada pela presença de ruído e a presença de lóbulos laterais junto aos impulsos do traço. Já no caso onde apenas o traço sísmico é conhecido, foram estudadas técnicas que não requerem as premissas usuais, como fase mínima para o pulso e aleatoriedade para a resposta impulsiva. Para a deconvolução determinística, tanto nos resultados para os dados sintéticos quanto nos dados reais foi percebido uma superioridade do método de regularização de Cauchy, sendo ideal para a aplicação em conjunto com métodos que forneçam uma boa estimativa do pulso. Quanto à utilização dos métodos cegos, em geral foram observados bons resultados na compactação dos pulsos, mas a utilização destes métodos possui limitações quanto à preservação das amplitudes do sinal, nível de ruído e distorções da forma de onda. Desta forma, os resultados obtidos neste trabalho apontam que para alcançar melhores resultados na deconvolução em dados reais na escala de investigação rasa se faz necessário aprimorar ou investigar outras estratégias para a estimativa da forma de onda.

**ABSTRACT.** In this research work a study of the method of deconvolution was conducted in order to improve the adequacy to the shallow subsurface scale of investigation to the estimate of the seismic wavelet and of the earth impulse response. Deterministic and statistical (blind) procedures were evaluated over synthetic and real data acquired with impact sources and a pseudo-random source. In the case where the pulse or the earth impulse response are known, an evaluation of techniques of regularization and identification that avoid the problems as the instability caused by the presence of noise and the presence of lateral lobes along with the impulses of the trace was done. In the case where only the seismic trace is known, were studied techniques that don't require usual assumptions, as minimum phase to the pulse or randomness to the impulse response. To the deterministic deconvolution, the results for both synthetic and real data was perceived superiority of the method of regularization of Cauchy, making it ideal for the application in conjunction with methods that provide a good estimate of the pulse. The use of blind methods, in general returns good results in the compression of the pulses, but the use of this methods has limitations as to the preservation of the signal amplitudes, level of noise and distortions of the wavelet. Thus, the present results indicate that to achieve better results in the deconvolution for real data in the shallow subsurface scale it's necessary to improve or investigate other strategies to the estimation of the seismic wavelet.

## ESTUDO PALEOMAGNÉTICO DE UNIDADES PALEOPROTEROZOÍCAS DO CRÁTON AMAZÔNICO

Franklin Bispo dos Santos

Orientador: Dr. Manoel Souza DAGrella Filho (IAG-USP)

253 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 03.05.2012

**RESUMO.** Na América do Sul, o Cráton Amazônico representa um componente essencial nas reconstruções de supercontinentes, entretanto, há uma grande escassez de dados paleomagnéticos de qualidade para esta unidade geotectônica, principalmente, para o Proterozóico. Com o intuito de esclarecer a participação do Cráton Amazônico na evolução do ciclo continental, este trabalho apresenta um estudo paleomagnético realizado em quatro unidades geológicas Paleo- a Mesoproterozóicas pertencentes ao Cráton Amazônico. As unidades escolhidas para este estudo foram as rochas vulcânicas do Grupo Surumu (1980-1960 Ma; U-Pb), as soleiras máficas Avanavero (ca. 1780 Ma; U-Pb) ambas situadas no norte do Estado de Roraima (Escudo das Guianas), os enxames de diques Nova Guarita ( $1418,5 \pm 3,5$  Ma;  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) e a intrusiva máfica Guadalupe (1530 Ma; U-Pb) ambas localizadas no norte do Estado do Mato Grosso (Escudo Brasil-Central). As análises paleomagnéticas foram realizadas em mais de 1100 espécimes de rocha através dos tratamentos térmicos e por campos magnéticos alternados revelando direções magnéticas características coerentes para as quatro unidades de rochas estudadas. O caráter primário da magnetização remanente isolada para as rochas do Grupo Surumu, Avanavero e Nova Guarita foi atestado por testes de estabilidade magnética (contato cozido). A caracterização da mineralogia magnética de todas as amostras investigadas foi obtida através de curvas termomagnéticas, curvas de histerese e curvas de magnetização remanente isotérmica. Quatro pólos paleomagnéticos para o Cráton Amazônico foram determinados, os quais estão localizados em  $234,8^\circ\text{E}$ ,  $27,4^\circ\text{N}$  ( $A95 = 9,8^\circ$ ) (pólo GS, Grupo Surumu),  $27,5^\circ\text{E}$ ,  $-45,8^\circ\text{N}$  ( $A95 = 11,5^\circ$ ) (pólo AV, Avanavero),  $245,9^\circ\text{E}$ ,  $-47,9^\circ\text{N}$  ( $A95 = 7,0^\circ$ ) (pólo NG, Nova Guarita) e  $306,2^\circ\text{E}$ ,  $38,9^\circ\text{N}$  ( $A95 = 13,7^\circ$ ) (pólo GUA, Guadalupe). Os resultados paleomagnéticos obtidos para as rochas do Grupo Surumu contribuíram para um melhor ajuste da curva de deriva polar aparente (CDPA) para o Escudo das Guianas durante o Paleoproterozóico (2070-1960 Ma). A comparação desta CDPA com a construída para o Cráton Oeste-África para o mesmo período de tempo sugere que estes blocos cratônicos estavam unidos há 1970-2000 Ma atrás. O pólo Avanavero de 1780 Ma é consistente com a paleogeografia do supercontinente Columbia em que o proto-Cráton Amazônico e a Báltica estavam unidos como no modelo SAMBA (*South America-Baltica*) proposto anteriormente com base em evidências geológicas. No cenário proposto aqui, os blocos continentais da Laurentia, Báltica, proto-Cráton Amazônico, Cráton Oeste-África, Sibéria, proto-Austrália, Cráton Norte da China e Índia formavam o Supercontinente Columbia há 1780 Ma atrás. Já o pólo paleomagnético obtido para os diques Nova Guarita de 1419 Ma quando comparado com pólos de mesma idade da Báltica e da Laurentia sugerem que movimentos transcorrentes dextrais teriam ocorrido entre o Escudo das Guianas e o Escudo Brasil-Central em tempos posteriores a 1420 Ma. Apesar disso, esta grande massa continental do Supercontinente Columbia, composta pelo proto-Cráton Amazônico, Báltica e Laurentia, pode ter permanecido unida por, pelo menos, 400 Ma.

**ABSTRACT.** The Amazonian Craton is an important component in Paleoproterozoic reconstructions, however, paleomagnetic data for this craton are yet scarce. Aiming to decipher the involvement of the Amazonian Craton in the Continental cycle evolution, paleomagnetic studies were carried out in four Paleo- to Mesoproterozoic geological units. The chosen units are the volcanic rocks from the Surumu Group (1,980-1,960 Ma, U-Pb), the Avanavero mafic sills (ca. 1,780 Ma, U-Pb), both from the northern Roraima State (Guyana Shield), and the Nova Guarita dyke swarm ( $1,418.5 \pm 3.5$  Ma,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) and Guadalupe mafic intrusive (1,530 Ma, U-Pb), both from the northern MatoGrosso State (Central-Brazil Shield). Paleomagnetic analysis were performed on more than 1,100 specimens by thermal and alternating magnetic field (AF) treatments revealing stable characteristic remanent magnetizations (ChRM) for all geological units. The primary origin of ChRM directions isolated for samples from Surumu Group, Avanavero and Nova Guaritawas attested by field test of paleomagnetic stability (baked contact). The magnetic mineralogy of samples studied was obtained by thermomagnetic curves, hysteresis curves and isothermal remanent magnetization (IRM) curves. Four new paleomagnetic poles for the Amazonian Craton were determined, which are located at:  $234.8^\circ\text{E}$ ,  $27.4^\circ\text{N}$  ( $A95 = 9.8^\circ$ ) (GS pole, Surumu Group),  $27.5^\circ\text{E}$ ,  $45.8^\circ\text{S}$  ( $A95 = 11.5^\circ$ ) (AV pole, Avanavero),  $245.9^\circ\text{E}$ ,  $47.9^\circ\text{S}$  ( $A95 = 7.0^\circ$ ) (NG pole, Nova Guarita) and  $306.2^\circ\text{E}$ ,  $38.9^\circ\text{N}$  ( $A95 = 13.7^\circ$ ) (GUA pole, Guadalupe). The 1,960 Ma Surumu pole contributes to better define the APW path traced for the Guyana Shield in the time interval between 2,070 Ma and 1,960 Ma. Comparison of this APW path with that traced for West-Africa Craton for the same time interval suggests that these two cratonic blocks were linked together at 1,970-2,000 Ma ago. The Avanavero pole is consistent with the proto-African Craton and Baltica link as in the SAMBA (South America-Baltica) model at ca. 1,780 Ma ago, as previously proposed based on geological evidence. In the scenario proposed here, the Columbia Supercontinent was formed by the continental blocks such as Laurentia, Baltica, proto-African Craton, West-Africa Craton, Siberia, proto-Australia, North China Craton and India, at 1,780 Ma ago. Already the 1,419 Ma Nova Guarita when compared with poles of similar age from Baltica and Laurentia suggest that dextral transcurrent movements had occurred between the Guyana Shield and Central-Brazil Shield on later times to 1,420 Ma. Nevertheless, this great continental mass, formed by proto-African Craton, Baltica and Laurentia may have remained as a single continental block for at least 400 Ma.

## LEVANTAMENTO GPR 4D SOBRE UM DERRAME DE ÓLEO USADO EM TRANSFORMADORES DE ENERGIA ELÉTRICA: UM ESTUDO CONTROLADO EM LABORATÓRIO

Luciana Bertolla

Orientador: Dr. Jorge Luís Porsani (IAG-USP)  
79 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 11.05.2012

**RESUMO.** Neste trabalho foi realizado um levantamento GPR 4D em laboratório no qual foi simulado o vazamento de óleo de uma ETD - Estação de Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Os estudos consistiram em derramar 15 litros de óleo em três experimentos: tanque contendo areia seca, tanque contendo areia úmida mais gradiente hidráulico e tanque contendo areia úmida. Em todos os experimentos o objetivo foi detectar a pluma de contaminação e avaliar a migração desse óleo com o tempo. Os dados GPR 4D foram adquiridos utilizando-se uma antena blindada de 400 MHz modelo SIR-3000 equipamento da GSSI. O monitoramento no tempo de aquisição dos dados variou de 2 minutos até 12 dias. No experimento com o tanque preenchido com areia seca não foi possível determinar a pluma de contaminação devido ao baixo contraste entre as propriedades físicas do meio e a pluma contaminante. No experimento em que o tanque foi preenchido com areia úmida e havia a presença de um gradiente hidráulico, foi possível determinar a migração da pluma de contaminação a partir do 5º dia. Para finalizar, o 3º experimento onde o tanque estava cheio de areia úmida também não foi possível identificar a pluma, devido ao baixo contraste entre as propriedades físicas. Nesta pesquisa também foram realizadas modelagens numéricas 2D utilizando o método FDTD, onde foram simulados os três experimentos, considerando posições intermediárias da pluma de contaminação em função do tempo. Os resultados das modelagens foram concordantes com os resultados obtidos com dados reais e ajudaram a definir o padrão de reflexão da pluma contaminante. Os promissores resultados indicam que a determinação efetiva da pluma contaminante de óleo numa ETD é possível desde o meio que esteja saturado com água. Portanto, para garantir o sucesso das pesquisas GPR para fins de mapeamento e delineamento de plumas de contaminação em ETD's recomenda-se que a aquisição dos dados seja feita após um período de chuvas.

**ABSTRACT.** In this work a 4D GPR survey was accomplished in a laboratory in which a oil leak from a ETD – *Estação de Transmissão e Distribuição* of electric energy was simulated. The studies consisted in an oil spill (15 liters) in three different experiments: i) tank containing dry sand; ii) tank containing wet sand with a hydraulic gradient and iii) tank containing wet sand. In all experiments the objective was detect the contamination plume and evaluate the migration of the oil with the time. The 4D GPR data was acquired using a shielded antenna of 400 MHz model SIR-3000 of the GSSI equipment. The time monitoring of the data acquisition ranged from 2 minutes up to 12 days. In the experiment-1 with the tank filled with dry sand wasn't possible to determine the plume contamination due to the low contrast of the physical properties between the environment and the plume. In the experiment-2 where the tank filled with the dry sand in the presence of a hydraulic gradient, was possible to determine the migration of the plume from the fifth day. Finally, the experiment-3 where the tank was filled with wet sand wasn't possible to identify the plume, due to the low contrast between the physical properties. This research also conducted 2D numerical modeling using the FDTD method, where the three experiments were simulated, considering intermediary positions of the contamination plume with respect with time. The results of the modeling were consistent with the results obtained with real data and helped to define a pattern of reflection of the contamination plume. The promising results indicate that the effective determination of the contaminating plume of oil in an ETD is possible provided that the environment be saturated with water. Therefore, to guarantee the success of researches with GPR for mapping and delineation of contamination plumes in ETD's it's recommended that the data acquisition be realized in the rainy season.

## **O SINAL DE POTENCIAL ESPONTÂNEO EM INVESTIGAÇÕES AMBIENTAIS: FATORES QUE CONDICIONAM A AMPLITUDE DE UMA ANOMALIA**

**Sergio Junior da Silva Fachin**

Orientador: Dr. Carlos Alberto Mendonça (IAG-USP)

123 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 15.06.2012

**RESUMO.** Anomalias de potencial espontâneo com amplitudes de dezenas a centenas de milivolts são observadas em plumas de contaminação apesar de não serem explicadas por modelos de geobateria normalmente utilizados na geofísica de exploração. Modelos recentemente propostos, denominados de biogeobateria, assumem que estruturas orgânicas produzidas por microorganismos assumem a função de condução eletrônica que os minerais condutivos exercem no modelo clássico de geobateria. O modelo de biogeobateria, por outro lado, se assemelha com o que se denomina sistemas bioeletroquímicos ou células de combustível microbianas em áreas da biotecnologia (bioenergia). O presente trabalho explora esta semelhança para desenvolver um experimento de laboratório que utiliza um sistema bioeletroquímico como modelo análogo de biogeobateria para mostrar que este modelo é capaz de explicar o sinal de potencial espontâneo observado em campo. Os resultados experimentais e de modelagem numérica mostram que a amplitude do potencial elétrico depende: da área do catodo, da resistência interna da biogeobateria, da existência de um fluxo adicional de cátions do anodo para o catodo, da resistividade elétrica do meio e da separação do anodo com o catodo. Os resultados experimentais mostraram-se compatíveis com observações de campo obtidas na caracterização hidrogeofísica de uma pluma de contaminação, proveniente de um aterro de resíduos (lixão). A pluma de contaminação se estende por dois níveis em profundidade, comprometendo a qualidade do aquífero livre e certamente do aquífero confinado. A anomalia de potencial espontâneo alcança amplitude de -70 mV sobre o aquífero livre, sendo praticamente desprezível sobre o aquífero confinado, tal como se observa em laboratório em modelos correspondentes. O experimento com biogeobateria mostra também que as reações químicas desencadeadas no anodo oxidam o substrato orgânico, reduzindo a demanda química de oxigênio em 10% no experimento considerado. Este resultado mostra que sinais de potencial espontâneo em áreas contaminadas podem ser considerados como indicativos de processos oxidativos ocorrendo em um substrato orgânico sendo, pois, de relevância para o reconhecimento de processos de atenuação natural em terrenos com contaminantes orgânicos.

**ABSTRACT.** Self-potential anomalies with amplitudes of tens to hundreds of millivolts are observed in contaminated plumes despite not fully explained by geobattery models commonly used in geophysical exploration. Recently proposed models, termed as biogeobattery, assume that organic structures produced by microorganisms act as electronic conductors, as it is done by conductive minerals in standard geobattery models. The biogeobattery model in addition resembles what is termed as bioelectrochemical system or microbial fuel cell in fields of the research in biotechnology (bioenergy). This study explores this similarity to develop a laboratory experiment using a bioelectrochemical system as an analog model for a biogeobattery, to show that this model is able to explain the spontaneous potential signals observed in many geophysical surveys over contaminated sites. Experimental and modeling results show that the amplitude of the electric potential from a biogeobattery depends on: the area of the cathode, its internal resistance, the existence of an additional flow of cations (from the anode to the cathode), the electrical resistivity of the medium and the separation of anode to the cathode. In general, the experimental results were compatible with field observations at a contamination plume produced by a landfill. The contamination plume extends over two levels deep, degrading the quality of the unconfined and confined aquifers. The amplitude of the self-potential anomaly reaches -70mV over the unconfined aquifer and is negligible over the confined aquifer, as observed in the corresponding models of the laboratory experiment. The biogeobattery experiment also shows that chemical reactions at the system anode were able to oxidize the organic substrate, reducing in 10% its chemical oxygen demand. This result shows that self-potential signals in contaminated areas can be regarded as indicative of oxidative processes taking of buried organic matter and, as such, a proxy of biodegradation processes leading to natural attenuation of organic contaminants.

## **ESTUDO DAS VARIAÇÕES DIURNAS DE RADIAÇÃO GAMA ATMOSFÉRICA E SUA INTERFERÊNCIA EM LEVANTAMENTOS DE ESPECTROMETRIAGAMA AEROTRANSPORTADA**

**Fabiano Della Justina**

Orientador: Dr. Fernando Brenha Ribeiro (IAG-USP)

82 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 24.10.2012

**RESUMO.** As concentrações de urânio equivalente, tório equivalente, potássio e taxa de exposição foram determinadas em diferentes dias e horários para um mesmo local, a partir de dados gamaespectrométricos aerotransportados, medidos a uma altura média de 81 metros. Os perfis individuais foram então comparados com os perfis médios de todas as medidas. Os efeitos do radônio atmosférico e dos seus produtos de decaimento foram corrigidos com um pacote de cristais detectores extras voltados para cima, e os valores de calibração desses foram determinados a partir dos dados dos testes de radiação gama atmosférica: medidas acima de 760 metros de altura. A influência da radioatividade dos solos e rochas nos detectores voltados para cima foi corrigida de acordo com a técnica desenvolvida por Grasty e Hovgaard (1996) e discutida para as duas situações que elas são propostas.

**ABSTRACT.** The concentration of equivalent uranium, equivalent thorium, potassium and exposure rate were calculated on different days and hours for the same location, from airborne gamma ray spectrometric data, measured at an average height of 81 meters. The individual profiles were compared with mean profiles of all the measurements. The effects of atmospheric radon and its decay products were corrected using a pack of additional detectors crystals facing up ("upward looking" detector), and the calibration values these were determined from test data of atmospheric gamma radiation: measurements above 760 meters in height. The influence of radioactivity in soil and rocks in the "upward looking" detector was corrected according to the technique developed by Grasty and Hovgaard (1996) and discussed the two situations for which they are proposed.

## **O USO DOS DADOS DA MISSÃO GOCE PARA A CARACTERIZAÇÃO E A INVESTIGAÇÃO DAS IMPLICAÇÕES NA ESTRUTURA DE DENSIDADE DAS BACIAS SEDIMENTARES DO AMAZONAS E SOLIMÕES, BRASIL**

**Everton Pereira Bomfim**

Orientador: Dr. Eder Cassola Molina (IAG-USP)

171 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 11.12.2012

**RESUMO.** Em geral, verifica-se que as bacias têm um estado isostático anômalo, se for considerada a clássica hipótese isostática que postula que as cargas topográficas e sedimentares são sustentadas pelo espessamento ou afinamento da crosta. Em alguns casos, a alta densidade do material na crosta inferior ou no manto superior tem sido um componente importante na formação das bacias sedimentares de larga escala e na contribuição para o equilíbrio isostático. A maneira mais direta de detectar as anomalias da densidade é pelo estudo do potencial gravitacional e de suas derivadas. A disponibilidade global e a boa resolução dos dados do satélite GOCE, aliadas à disponibilidade de dados de gravimetria terrestre, são ideais para a comparação e classificação das bacias de larga escala, como as bacias sedimentares do Solimões e do Amazonas, no que diz respeito à sua estrutura de densidade litosférica, determinadas por meio de uma modelagem 3D da distribuição de densidades usando as geometrias do embasamento e da descontinuidade de Moho admitidas conhecidas como vínculo inicial. Além disso, por esta técnica pode ser obtido um modelo isostático fisicamente independente do modelo de densidades, bem como outras grandezas associadas ao campo de gravidade como o geóide, a distribuição da anomalia da gravidade e das componentes do tensor gradiente gravimétrico, grandezas importantes para o modelamento e o estudo destas estruturas.

**ABSTRACT.** In general the basins appear to have an anomalous isostatic state if the classic isostatic hypothesis is considered, which assumes that the topographic and sedimentary loads are sustained by crustal thickening or thinning. In some cases, the high density of the material in the lower crust or upper mantle has been supposedly an important component in the formation of large scale sedimentary basins and in contributing to the isostatic equilibrium. The most direct way to detect density anomalies is the study of the gravity potential field and its derivatives. The global availability and good resolution of the GOCE satellite data mission coupled with the availability of terrestrial gravity data are ideal for the scope of intercomparison and classification of the two large-scale Amazon and Solimoes sedimentary basins. The lithospheric density structure has been studied through a 3D modeling of density distribution using the geometry of basement and Moho discontinuity, assumed to be known as initial constraint. Furthermore, a isostatic model for lower crust or upper mantle has been obtained. Also, we considered others gravity field as geoid, gravity anomaly and gravity gradient tensor components, which are important quantities for modeling and studying of these structures.