

RESUMOS DE TESES E DISSERTAÇÕES
ABSTRACTS OF THESES AND DISSERTATIONS

CONTRIBUIÇÕES AO ESTUDO DAS PERTURBAÇÕES GEOMAGNÉTICAS NA SUPERFÍCIE DA TERRA

Alberto Fares Akel Junior

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E SEDIMENTAR DO TALUDE CONTINENTAL (FOZ DO AMAZONAS)

Danielle Cristina Costa de Souza

ANÁLISE DA DEFORMAÇÃO PÓS-RIFTE NA BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL

Camila de Almeida

DESENVOLVIMENTO DE DOBRAS E FALHAS EM AMBIENTE DISTENSIONAL:

APLICAÇÃO DA MODELAGEM FÍSICA

Diogo Fonseca Alves Gaspar

EXPRESSÃO EM SUPERFÍCIE DO SISTEMA DE FALHAS CARAÚBAS – POÇO VERDE, BACIA POTIGUAR

Rafael Duarte Santos

COMPORTAMENTO DOS RADIOISÓTOPOS ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{228}Ra E DA RAZÃO ISOTÓPICA $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EXTRAÍDAS DE CORPOS GRANÍTICOS FRATURADOS DA SUÍTE INTRUSIVA DE ITU (SP)

Erika Reyes

CONTRIBUIÇÕES DOS MÉTODOS GPR E ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO EM ESTUDOS DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS
DE SAMBAQUIS COSTEIROS NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Selma Isabel Rodrigues

CONTRIBUIÇÕES AO ESTUDO DAS PERTURBAÇÕES GEOMAGNÉTICAS NA SUPERFÍCIE DA TERRA

Alberto Fares Akel Junior

Orientador: Dr. Andrés Reinaldo Rodriguez Papa (ON)

42 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 12.02.2010

RESUMO. Apresentamos uma análise estatística através de transformadas wavelets de dados geomagnéticos correspondentes a locais de baixa latitude e de valores do índice global Dst. Introduzimos inicialmente alguns elementos qualitativos e quantitativos que sugerem a preferência por transformadas wavelets em lugar da mais tradicional transformada de Fourier. Contudo, a utilidade de alguma filtragem de Fourier prévia à aplicação de transformadas wavelets ficou clara no caso dos dados locais puros. Após isto, apresentamos as razões que nos levaram à utilização da transformada wavelet de Morlet (dentre a ampla gama de transformadas wavelets disponíveis). São discutidas algumas características dos nossos cálculos e são dadas sugestões para trabalhos futuros.

ABSTRACT. We present a wavelet statistical analysis of low latitude geomagnetic data and global geomagnetic Dst index. We first introduce some qualitative and quantitative elements that justify the preference for wavelets instead of Fourier analysis. However, the utility of some Fourier filtering previous to the application of wavelet transforms emerged in the study of local raw data. Later on we present the reasons that advice the selection of the Morlet wavelet among the large set of them. We discuss some characteristics of our calculations as well as possible extensions and corrections to be taken into account in futures works.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E SEDIMENTAR DO TALUDE CONTINENTAL (FOZ DO AMAZONAS)

Danielle Cristina Costa de Souza

Orientador: Dra. Helenice Vital (UFRN)

125 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 23.02.2010

RESUMO. A plataforma Amazônica é um dos ambientes sedimentares mais interessantes do mundo. Entretanto, apesar do elevado interesse sobre esta plataforma existem poucas informações sobre sua caracterização morfo-sedimentar. Visando minimizar essa lacuna, o presente trabalho realizou coletas sedimentológicas pontuais seguido da aquisição sísmica em uma área da plataforma continental externa, em frente à foz do Amazonas. Os estudos realizados indicaram a predominância de areia média. Teores de carbonato apresentaram valores acima de 75% na plataforma externa. Os principais organismos encontrados foram os foraminíferos e moluscos. O teor de matéria orgânica, por sua vez, apresentou maiores concentrações em direção à costa, diminuindo em direção à plataforma externa. Três fácies principais foram observadas na área alvo: 1) fácies lamosa, observada em direção à costa e nas proximidades da desembocadura do Rio Amazonas e Rio Pará; 2) seguida de uma fácies arenosa, localizada predominante na plataforma intermediária e 3) uma fácies biodetrítica, presente na plataforma externa, composta principalmente por clastos de foraminíferos, moluscos e algas calcárias. Os perfis sísmicos não mostraram resultados satisfatórios em virtude da baixa penetração, no entanto através da superfície sísmica destes registros foi possível diferenciar a morfologia do fundo marinho em irregular (Grupo A) e plana (Grupo B), onde o fundo marinho irregular foi relacionado à presença de dunas submersas. Vales, canyons e escarpas também foram identificados.

ABSTRACT. The Amazon shelf is one of the most interesting sedimentary environments of the world. Despite of the high interest on this shelf little information exists about its morfo-sedimentary characteristics. In order to minimize this gap, the present study used surface sediment sample and high resolution seismic survey in an area of the Amazon middle-to-outer shelf, in front of the Amazon River Mouth. These studies indicate the predominance of medium sands, carbonate contents higher than 75% on the outer shelf, and the presence of foraminifera and molluscs as the main organisms. Organic matter show higher contents nearshore and low ones offshore. Three main sedimentary facies were observed on the study area: 1) A Muddy Facies, nearshore, facing the Amazon and Pará Rivers, 2) followed by a Sandy Facies, mainly on the middle shelf, and 3) a Biodetritical Facies on the outer shelf, composed mainly by foraminifera, molluscs and coralline algae. The high resolution seismic profiles do not show good penetration. However using the seismic surface was possible to recognize a wavy- and a flat seabottom, namely respectively Group A and Group B; the wavy seabottom was related to subaqueous dunes. Valleys, canyons and scarps were also identified.

ANÁLISE DA DEFORMAÇÃO PÓS-RIFTE NA BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL

Camila de Almeida

Orientador: Dr. Alex Francisco Antunes (UFRN)

92 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 25.02.2010

RESUMO. A Bacia do Araripe está inserida sobre os terrenos pré-cambrianos da Província Borborema, fazendo parte das bacias interiores do Nordeste do Brasil. Sua origem está relacionada à fragmentação do supercontinente Gondwana e consequente abertura do Atlântico Sul durante o Cretáceo Inferior. Possui um preenchimento sedimentar que abrange quatro estágios distintos de sua evolução, compreendendo as tectonoconseqüências de Sinéclise Paleozóica, Pré-Rifte, Rifte e Pós-Rifte. O objeto de estudo deste trabalho, compreende a seção pós-rifte da bacia, focando os estilos deformacionais que afetam os evaporitos do Membro Ipupi da Formação Santana, constituída por camadas de gipsita e anidrita intercaladas com folhelho, de ocorrência abrangente em toda a Bacia do Araripe. Na parte Norte da bacia, nas proximidades de Nova Olinda-Santana do Cariri os evaporitos são afetados por uma deformação essencialmente frágil, tipificada por fraturas preenchidas por gipsita fibrosa, recortando camadas de gipsita e anidrita geralmente maciças. Na região são observados veios com orientações e mergulhos bastante variados, distribuindo-se segundo três populações principais: (i) uma com direção dominante NW-SE, com mergulhos suaves a moderados essencialmente para NE, geralmente preenchidos por gipsita cujas fibras dispõem-se ortogonalmente às paredes dos veios; (ii) veios NE-SW com mergulhos moderados para SE, contendo fibras de crescimento subhorizontais; e (iii) veios N-S, com mergulhos suaves para E-W, cujas as fibras encontram-se oblíquas às paredes desses veios. Na região oeste da bacia, nas proximidades de Trindade-Ipupi-Araripe a camadas de evaporitos são predominantemente constituídas por gipsita/anidrita finamente estratificada, apresentando uma densidade menor de veios. Essas camadas são afetadas por uma deformação peculiar, de caráter mais "dúctil", tipificada por dobras horizontais, de perfil suave a aberto, com comprimento de onda de várias dezenas de metros, não raro apresentando charneiras com duplo caimento, com orientações NW-SE ou NE-SW, constituindo feições dômicas. Em detalhe, as lâminas de gipsita/anidrita também são afetadas por dobras de escala métrica a decimétrica, em geral de perfil fechado a apertado, muitas vezes apresentando estilo em *kink* (não é raro nestes casos ocorrer ruptura da charneira), localmente constituindo dobras em caixa. Os veios (ocorrendo de forma mais rara) apresentam direções principais NE-SW, com mergulhos suaves para SE, as fibras de crescimento dispõem-se paralelamente às paredes dos veios, funcionando como *slickenfibers*. Está região é marcada pelas falhas que afetam as rochas da Formação Araripe apresentando direções NW-SE, NE-SW e E-W. De posse das análises dos estilos e da orientação geral das estruturas que afetam a seção pós-rifte na Bacia do Araripe, através do método dos diedros retos, foram obtidas informação importante quanto à análise cinemática da deformação, possibilitando assim, definir os sentidos de transporte tectônico predominantes e a inferência do estado de paleotensões que governou a instalação das estruturas tectônicas presentes. Sendo assim, foi possível definir um regime cinemático regional, a partir desta análise, caracterizado a seção pós-rifte por um sistema de compressão NE-SW a ENE-WSW, regime este condizente com o que vem atuando na Placa Sul-Americana desde, pelo menos, o Albiano. Variações locais da pressão de fluidos somadas (ou não) a variações da sobrecarga sedimentar definem regimes cinemáticos particulares. Assim, na porção nordeste da bacia, a deformação pós-rifte foi governada por um regime em que σ_1 é subhorizontal e apresenta direção NE-SW, e σ_3 é subvertical, denotando um regime de "falha inversa". Já na porção sudoeste da Bacia do Araripe foi caracterizado um regime de "falha transcorrente", apresentando σ_1 na direção ENE-WSW e σ_3 orientado segundo NNW-SSE.

ABSTRACT. The Araripe Basin is located over Precambrian terrains of the Borborema Province, being part of Northeast Brazil inner basins. Its origin is related to the fragmentation of the Gondwana supercontinent and consequently opening of South Atlantic during early Cretaceous. The basin has a sedimentary infill encompassing four distinct evolution stages, comprising Paleozoic synclisis, pre-rift, rift and post-rift. The target of this study comprises the post-rift section of the basin focusing deformational styles which affect evaporates from Ipupi Member of the Santana Formation, which is composed by gypsum and anidrite layers interbedded with shales. These units occur widespread across the basin. In the central part of the basin, near Nova Olinda-Santana do Cariri, evaporites are affected by an essentially brittle deformation tipified by fibrous gypsum filled fractures, cutting massive layers of gypsum and anidrite. Veins with variable orientations and dips are observed in the region distributed over three main populations: i) a dominant NWSE with shallow to moderate NE dipping population, consisting of gypsum filled veins in which fibers are normal to vein walls; ii) NE-SW veins with moderate SE dips containing subhorizontal growth fibers; and iii) N-S veins with shallow E-W dips with fibers oblique to vein walls. In the west portion of the basin, near Trindade-Ipupi-Araripe towns, evaporate layers are dominantly constituted by gypsum/anidrite finely stratified, showing a minor density of veins. These layers are affected by a unique style of deformation, more ductile, tipified by gentle to open horizontal normal folding with several tens of meters length and with double plunging NW-SE or NE-SW hinges, configuring domic features. In detail, gypsum/anidrite laminae are affected by metre to decimeter scale close to tight folding, usually kinked, with broken hinges, locally turning into box folds. Veins show NE-SW main directions with shallow NE dips, growth fibers are parallel to vein walls, constituting slickenfibers. This region is marked by faults that affect Araripe Formation with NW-SE, NE-SW and E-W directions. The main structural styles and general orientations of structures which affected the post-rift section of Araripe Basin yielded important kinematic information analysis which led us to infer a E-W to NE-SW extension direction to the northeastern part of the Basin, whereas in the southeastern part, extension occurred in N-S direction. Thus, it was possible to determine a regional kinematic setting, through this analysis, characterizing a NE-SW to ENE-WSW system for the post-rift section, which is compatible with the tension settings for the South American Plate since Albian. Local variations at the fluid pressure linked (or not) to sedimentary overload variation define local tension settings. This way, at the northeastern portion of the basin, the post-rift deformation was governed by a setting which σ_1 is sub-horizontal trending NE-SW and, σ_3 is sub-vertical, emphasizing a reverse fault situation. At the southwestern portion however there was characterized a strike slip fault setting, featuring σ_1 trending ENEWSW and σ_3 trending NNW-SSE.

DESENVOLVIMENTO DE DOBRAS E FALHAS EM AMBIENTE DISTENSIONAL: APLICAÇÃO DA MODELAGEM FÍSICA

Diogo Fonseca Alves Gaspar

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

114 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 05.03.2010

RESUMO. A modelagem geológica permite analisar, na escala de laboratório, a evolução geométrica e cinemática de estruturas geológicas. A importância do conhecimento destas estruturas adquire maior relevo considerando a sua influência na criação de condutos ou trapas de fluidos tais como hidrocarbonetos ou água. No presente trabalho simulou-se a formação de dobras e falhas em ambiente tectônico distensional, através de experimentos de modelagem física, utilizando um aparato do tipo “caixa-de-areia”, e *software* de modelagem computacional. A modelagem física de estruturas desenvolvidas no bloco alto de uma falha listrica, mostrou a formação de zonas axiais ativas e inativas, respectivamente em regiões proximais e distais da falha mestra. Em consonância com a literatura, verificou-se a formação de um anticlinal *rollover* entre as duas zonas axiais. O colapso da crista do anticlinal forma *grabens* delimitados por falhas secundárias, de aspecto curvilinear, perpendiculares à distensão. Junto às falhas secundárias foi possível registrar o surgimento de algumas dobras transversais, paralelas à distensão, caracterizadas por um sinclinal no teto da falha. Foram observadas, também, dobras de arrasto junto à superfície das falhas. Estas dobras são paralelas à falha mestra e são representadas por anticlinais no piso e sinclinais no teto da falha. Para observar a influência de variações (largura e mergulho) na geometria do piso de uma falha *flat-ramp* realizaram-se duas séries experimentais, sendo uma com o piso (*flat*) variando tanto em inclinação como em largura e a segunda onde o piso é horizontal mas conservou-se a variação de largura entre um extremo e o outro da falha. Esses experimentos desenvolveram falhas secundárias, perpendiculares à direção de distensão, que foram agrupadas em três conjuntos: i) *falhas antitéticas* com geometria curvilinear, *falhas sintéticas*, com uma geometria mais retilínea, nucleadas da base para o topo da pilha sedimentar. As falhas normais antitéticas podem rotacionar durante a distensão, passando a apresentar uma cinemática pseudo-inversa. ii) *Falhas nucleadas no topo da pilha sedimentar*. A propagação dessas falhas é feita pela coalescência de segmentos, às vezes originando rampas de revezamento. iii) *Falhas reversas*, nucleadas na interface piso-rampa da falha mestra. Comparando os dois modelos verifica-se que a inclinação do piso favorece uma nucleação diferenciada das falhas nos dois extremos do experimento. Além das falhas, esses dois modelos com falha *flat-ramp* geraram um par anticlinal/sinclinal, de primeira ordem e dobras de arrasto e transversais, de segunda ordem. O anticlinal forma-se acima do piso da falha subparalelo ao plano da falha mestra, enquanto o sinclinal desenvolve-se em porções mais distais à falha mestra. Com base nas variações geométricas destas dobras ao longo da extensão da falha mestra foi possível definir três domínios estruturais distintos. Usando os modelos físicos como padrão, foi realizada a modelagem computacional de falhas *flat-ramp* apresentando mudanças geométricas no piso. Foram geradas falhas secundárias antitéticas, sintéticas e reversas de características semelhantes em ambos os modelos. A modelagem computacional gerou duas dobras, um anticlinal na região acima do piso da falha mestra, e um sinclinal mais distal à falha. Com base nas variações geométricas destas dobras é possível definir três domínios estruturais paralelos à direção da distensão. Esses dados reforçam os resultados obtidos com a modelagem física. A comparação de dados reais de uma falha com geometria *flat-ramp* da Bacia Potiguar com dados das simulações física e computacional, permitiu verificar que, em ambos os casos, uma variação na arquitetura do piso produz, também, variação na arquitetura do teto da falha.

ABSTRACT. The geological modeling allows, at laboratory scaling, the simulation of the geometric and kinematic evolution of geological structures. The importance of the knowledge of these structures grows when we consider their role in the creation of traps or conduits to oil and water. In the present work we simulated the formation of folds and faults in extensional environment, through physical and numerical modeling, using a “sandbox” apparatus and MOVE2010 software. The physical modeling of structures developed in the hangingwall of a listric fault, showed the formation of active and inactive axial zones. In consonance with the literature, we verified the formation of a rollover between these two axial zones. The crestal collapse of the anticline formed grabens, limited by secondary faults, perpendicular to the extension, with a curvilinear aspect. Adjacent to these faults we registered the formation of transversal folds, parallel to the extension, characterized by a syncline in the fault hangingwall. We also observed drag folds near the faults surfaces, these faults are parallel to the fault surface and presented an anticline in the footwall and a syncline hangingwall. To observe the influence of geometrical variations (dip and width) in the flat of a flat-ramp fault, we made two experimental series, being the first with the flat varying in dip and width and the second maintaining the flat variation in width but horizontal. These experiments developed secondary faults, perpendicular to the extension, that were grouped in three sets: i) *antithetic faults* with a curvilinear geometry and *synthetic faults*, with a more rectilinear geometry, both nucleated in the base of sedimentary pile. The normal antithetic faults can rotate, during the extension, presenting a pseudo-inverse kinematics. ii) *Faults nucleated at the top of the sedimentary pile*. The propagation of these faults is made through coalescence of segments, originating, sometimes, the formation of relay ramps. iii) *Reverse faults*, are nucleated in the flat-ramp interface. Comparing the two models we verified that the dip of the flat favors a differentiated nucleation of the faults at the two extremities of the master fault. These two flat-ramp models also generated an anticline-syncline pair, drag and transversal folds. The anticline was formed above the flat being sub-parallel to the master fault plane, while the syncline was formed in more distal areas of the fault. Due to the geometrical variation of these two folds we can define three structural domains. Using the physical experiments as a template, we also made numerical modeling experiments, with flat-ramp faults presenting variation in the flat. Secondary antithetic, synthetic and reverse faults were generated in both models. The numerical modeling formed two folds, and anticline above the flat and a syncline further away of the master fault. The geometric variation of these two folds allowed the definition of three structural domains parallel to the extension. These data reinforce the physical models. The comparisons between natural data of a flat-ramp fault in the Potiguar basin with the data of physical and numerical simulations, showed that, in both cases, the variation of the geometry of the flat produces, variation in the hangingwall geometry.

EXPRESSÃO EM SUPERFÍCIE DO SISTEMA DE FALHAS CARAÚBAS – POÇO VERDE, BACIA POTIGUAR

Rafael Duarte Santos

Orientador: Dr. Francisco Hilário Rego Bezerra (UFRN)
65 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 05.03.2010

RESUMO. O conhecimento estrutural da porção oeste da Bacia Potiguar ainda é incipiente, principalmente aquele relacionado aos sistemas de falhas NW-SE. Esta dissertação analisa o Sistema de Falhas Poço Verde-Caraúbas, onde foi inicialmente individualizado em subsuperfície. As atividades realizadas inerentes a este estudo correspondem à análise de sensoriamento remoto e principalmente à análise geométrica e cinemática, da sequência pós-rifte da bacia. Além disso, o estudo teve como objetivo determinar os campos de tensão que operam na área. Os estudos foram realizados numa área de 1.000 km², localizada na porção oeste da Bacia Potiguar, ao longo do Sistema de Falhas Poço Verde-Caraúbas, estado do Rio Grande do Norte. As imagens de sensoriamento remoto indicam uma predominância de lineamentos orientados na direção NW-SE, consistente com o sistema de falha em estudo, seguido das direções NE-SW, N-S e E-W. As estruturas tectônicas mapeadas foram analisadas somente em afloramentos da Formação Jandaíra. Eles são juntas (preenchidas ou não) em todas as direções com predominância para o *trend* NW-SE. Falhas normais de direção aproximada N-S, falhas transcorrentes nas direções NW-SE e NE-SW. A análise geodinâmica identificou dois campos de tensões. O primeiro campo, “Campo 1”, é representado por uma compressão N-S horizontal e distensão E-W. Este campo atuou na Bacia Potiguar pelo menos até o Mioceno. O segundo campo, “Campo 2” é representado por uma compressão horizontal E-W e distensão horizontal N-S. Este é o atual campo de tensões e tem afetado a Bacia Potiguar desde o Plioceno.

ABSTRACT. The structural knowledge of the western portion of the Potiguar Basin is still in its infancy, especially these related to NW-trending fault systems. This paper analyzes the Poço Verde-Caraúbas Fault System, which was initially recognized in subsurface. The activities involved in this study correspond to remote-sensing analysis and, in particular, to the geometric and kinematic analysis of post-rift sequences of the basin. In addition, the study aimed to determine the stress fields operating in the area. The studies were carried out in an area of 1,000 km², located in the western portion of Potiguar Basin along the Poço Verde-Caraúbas Fault System, Rio Grande do Norte State. The remote sensing imagery indicates a predominance of NW-SE-trending lineaments, consistent with the fault system under study, followed by the NE-SW, N-S and E-W directions. The tectonic structures mapped were analyzed only in outcrops of the Jandaíra Formation. They are joints (filled or not) in all directions, but with predominance of the NW-trending joints. Faults are usually N-S-trending normal faults and NW-SE and NE-SW-trending strike-slip faults. Geodynamic analysis identified two tectonic stress fields: the first field, “Field 1” is represented by an N-S-trending horizontal compression and E-W-trending horizontal extension. This field affected the Potiguar Basin at least until the Miocene. The second field, “Field 2”, is represented by an E-W-trending horizontal compression and N-S-trending horizontal extension. This is the present-day stress field and has affected the Potiguar basin since the Pliocene.

**COMPORTAMENTO DOS RADIOISÓTOPOS ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{228}Ra E DA RAZÃO ISOTÓPICA $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EXTRAÍDAS DE CORPOS GRANÍTICOS
FRATURADOS DA SUÍTE INTRUSIVA DE ITU (SP)**

Erika Reyes

Orientador: Dra. Leila Soares Marques (IAG-USP)
238 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 22.02.2010

RESUMO. Foram determinadas as concentrações de atividade dos radioisótopos ^{234}U , ^{238}U , ^{228}Ra e ^{226}Ra , bem como as razões isotópicas ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) em águas subterrâneas extraídas de cinco poços profundos que cortam as rochas graníticas da Suíte Intrusiva de Itu, localizada na borda leste do Estado de São Paulo. Complementarmente, nessas mesmas águas foram determinados os cátions Na, Ca, Mg, K, Ba, Al, Mn e Fe. Além disso, foram também determinadas as concentrações de atividade de ^{228}Ra e ^{226}Ra em águas subterrâneas de 3 outros poços profundos perfurados nas rochas da mesma suíte. As medidas de urânio foram realizadas por espectrometria alfa, as análises de rádio foram realizadas por espectrometria gama de alta resolução e por contagem alfa e beta total, e as razões isotópicas de Sr foram obtidas por espectrometria de massa. Os poços, cujas águas subterrâneas foram investigadas, estão localizados nos municípios de Salto (poços S, SY e YVC), Itu (poços I e HND), Itupeva (poço ITUP) e Indaiatuba (poços BDN1 e BDN2) e são utilizados no abastecimento residencial, industrial ou para irrigação. As coletas foram mensais e tempo de amostragem foi de cerca de um ano e meio. Os resultados mostram que os parâmetros físico-químicos (especialmente pH, Eh e condutividade elétrica) e composição química da água exercem um papel muito importante no comportamento dos isótopos analisados. As importantes variações observadas tanto entre as águas de um mesmo poço, como também entre poços diferentes, mostram que os processos de recarga e/ou de interação rocha – água ocorrem de maneira distinta.

ABSTRACT. Activity concentrations of dissolved ^{234}U , ^{238}U , ^{228}Ra and ^{226}Ra radionuclides, as well as ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) isotopic ratios were determined in ground waters extracted from five deep wells drilled in granitic rocks from Itu Intrusive Suite, located at the eastern border of São Paulo State. The determination Na, Ca, Mg, K, Ba, Al, Mn and Fe were also done. Besides that, measurements of ^{228}Ra and ^{226}Ra were also done in ground waters from other three deep wells drilled in rocks of this suite. Uranium isotopes were determined by alpha spectrometry, whereas radium isotopes were determined by gamma ray spectrometry, and alpha and beta counting. The strontium isotope ratios were measured by thermal ionization mass spectrometry. The deep wells, from which the ground waters were investigated, are located at Salto (wells S, SY e YVC), Itu (wells I e HND), Itupeva (wells ITUP) and Indaiatuba (wells BDN1 e BDN2) towns and the sampling was performed for about 18 months and the ground waters are used to residential, industry and agricultural supplying. The results indicate that the physical-chemistry (specially pH, Eh and electrical conductivity), as well as the chemical composition of the ground waters play an important role on the behavior of investigated isotopes. The significant variations observed in ground waters from each well, as well as those between different wells, show distinct recharge processes and/or host rock – water interactions.

CONTRIBUIÇÕES DOS MÉTODOS GPR E ELETROMAGNÉTICO INDUTIVO EM ESTUDOS DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS DE SAMBAQUIS COSTEIROS NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Selma Isabel Rodrigues

Orientador: Dr. Jorge Luís Porsani (IAG-USP)
235 p. – Tese (Doutorado) – Defesa 25.02.2010

RESUMO. Nesta pesquisa são apresentadas as contribuições dos métodos GPR e eletromagnético indutivo (equipamento EM-38) nos estudos de sítios arqueológicos de sambaquis costeiros Jabuticabeira II, Santa Marta IV, V, VII e VIII, e Encantada III, localizados no município de Jaguaruna, litoral centro-sul de Santa Catarina. Estes sítios são caracterizados por acúmulos de conchas carbonáticas construídos por sociedades do período pré-colonial (7,5 a 1,3 mil anos AP). Os estudos foram desenvolvidos, visando o mapeamento de artefatos de interesse arqueológico e de estruturas estratigráficas que auxiliem a compreensão do processo construtivo e funcional destes sítios. A interpretação dos resultados GPR foi apoiada nas modelagens numéricas GPR 2D e nas imagens 3D e integrada com os levantamentos EM-38, e tiveram como objetivos orientar as escavações arqueológicas. Os resultados permitiram encontrar alvos e artefatos arqueológicos, reduziram os custos no processo exploratório e preservaram o patrimônio histórico. Complementando o processo de interpretação integrada, os perfis estratigráficos e as análises granulométricas dos sedimentos provenientes dos furos de sondagens foram importantes para a definição dos ambientes de deposição onde os sambaquis estão assentados, corroborando de maneira significativa com as pesquisas em desenvolvimento no litoral de Santa Catarina. Em termos metodológicos, as antenas GPR blindadas de 200 MHz propiciaram um melhor compromisso entre a profundidade de investigação e a resolução vertical das camadas geo-arqueológicas, e a implementação da técnica de aquisição radial permitiu um mapeamento detalhado do sítio Jabuticabeira II de forma rápida, cobrindo uma grande área. Por outro lado, com o método eletromagnético indutivo (EM-38), a correção do efeito topográfico dos dados melhorou os contrastes de condutividade elétrica entre as estruturas arqueológicas e o *background*, permitindo assim, que os alvos pontuais, antes mascarados pela influência da topografia, fossem realçados. Com relação aos resultados geofísicos em estudos geoarqueológicos, no sambaqui Jabuticabeira II, foi possível caracterizar a geometria de uma estrutura geológica, associada a um paleocanal e a deposição dos sedimentos em barras de pontal; mapear alvos arqueológicos e metálicos contemporâneos; traçar os limites do sítio; imagear uma camada conchífera, camadas antrópicas recentes e a profundidade do nível d'água; detectar a presença de dois sistemas deposicionais, paleolaguna e paleoduna, bem como delimitar o assentamento do sítio sobre estes ambientes por meio das informações das análises granulométricas dos sedimentos coletados nos furos de sondagens. Nos sambaquis de Santa Marta IV, V, VII e VIII, a integração dos dados GPR e EM38 permitiu o mapeamento de diversos alvos de grande importância para os estudos arqueológicos, tais como, paleofogueiras, sepultamentos e concentração de materiais cerâmicos e líticos, bem como feições geológicas, tais como, estruturação de camadas e paleotômbolos. Além disso, a redução do efeito topográfico sobre os dados de condutividade elétrica (EM-38) permitiu relacionar as regiões anômalas com um paleofogueira e uma concentração de material cerâmico. No sambaqui Encantada III, duas fortes anomalias GPR, caracterizadas por reflexões hiperbólicas, estavam associadas: i) a uma estrutura escura pontual, caracterizada como um bolsão de conchas carbonáticas; e ii) a presença de uma raiz de árvore concrecionada, que embora não seja de interesse arqueológico, é significativa, pois serve como um bom exemplo de ambiguidade na interpretação de dados geofísicos. Também foi possível delimitar o assentamento do sítio sobre os sedimentos da paleolaguna, evidenciado pelas análises granulométricas dos sedimentos.

ABSTRACT. In this study, GPR and electromagnetic induction (EM-38 instrument) method contributions in coastal *sambaqui* archaeological sites (Jaboticabeira II, Santa Marta IV, V, VII and VIII as well as Encantada III) are presented. These sites are placed in Jaguaruna, Santa Catarina center-south coast. They are characterized by accumulation of carbonate shells built by societies in pre-colonial period (7.5 to 1.3 thousand years BP). The studies were developed aimed at mapping archaeological artifacts and stratigraphic structures that help to understand constructive and functional process of these sites. The interpretation of GPR results was supported by 2D GPR numerical modeling, 3D images and integrated with EM-38 surveys. They had as objectives to guide archaeological excavations. The results allowed finding archaeological targets and artifacts, reduced costs in exploratory process, and preserved historical heritage. Complementing integrated interpretation process, stratigraphic profiles and granulometric analysis of sediment from sounding drifts were important for defining the deposition environments where *sambaquis* (shell mounds) are settled, significantly supporting in developing research on Santa Catarina coast. Methodologically, 200 MHz shielded GPR antennas provided a better agreement between depth of investigation and vertical resolution of geoarchaeological layers, and the implementation of radial acquisition technique allowed a quickly detailed mapping of Jaboticabeira II site, covering a large area. Furthermore, with electromagnetic inductive method (EM-38), the topographic effect correction of data has improved the contrast in electrical conductivity between archaeological structures and background. Thus, punctual targets before masked by topography influence were highlighted. Regarding geophysical results in geoarchaeological studies, in Jaboticabeira II *sambaqui*, it was possible to characterize the geometry of a geological structure associated with a paleochannel and sediment deposition in point bars; to map archaeological and contemporary metal targets; to trace site boundary; to image shell layer, recent anthropic layers and water level depth; to detect the presence of two depositional systems, paleolagoon and paleodune as well as to delimit the settlement site on these environments through information of granulometric analysis of sediments collected in sounding drifts. In Santa Marta IV, V, VII and VIII *sambaquis*, GPR and EM-38 data integration allowed mapping several targets of great importance for archaeological studies, such as paleofires, burials and concentration of ceramic and lithic material as well as geological features, such as layer structuring and paleotombolos. Moreover, the reduction of topographic effect on electrical conductivity data (EM-38) allowed relating anomalous regions with a paleofire, and a concentration of ceramic material. In Encantada III *sambaqui*, two strong GPR anomalies characterized by hyperbolic reflections were associated with: i) a dark punctual structure, characterized as a pocket of shell carbonate, and ii) the presence of a concretion tree root that is significant, despite not of archaeological interest, because it serves as a good example of ambiguity in geophysical data interpretation. It was also possible to delimit the settlement site on paleolagoon sediments, evidenced by granulometric analysis of sediments.