

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

PERFIS GEOFÍSICOS EM POÇOS REVESTIDOS: APLICAÇÕES EM HIDROGEOLOGIA, MEIO AMBIENTE E GEOTECNIA

*Alex Fortunato Ribeiro*

CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA (Sr-Nd-Pb) DOS LITOTIPOS SUBALCALINOS DIFERENCIADOS DO ENXAME DA SERRA DO MAR

*Caio Morelli Vicentini*

DETERMINAÇÃO DO PLANO DE FALHA E TAMANHO DA RUPTURA DO SISMO DE SANTA CRUZ, BOLÍVIA, 5.2 Mw, MEDIANTE LOCALIZAÇÃO RELATIVA DAS RÉPLICAS

*Julia Carolina Rivadeneyra Vera*

MAGNETISMO DE UM ESPELEOTEMA DO CENTRO-OESTE DO BRASIL E SUAS IMPLICAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS

*Plinio Francisco Jaqueto*

EMPREGO DE ONDAS SUPERFICIAIS EM TERRENO SUSCETÍVEL A ESCORREGAMENTOS NA CIDADE DE CAMPOS DO JORDÃO/SP

*Brian Sam Shams*

## **PERFIS GEOFÍSICOS EM POÇOS REVESTIDOS: APLICAÇÕES EM HIDROGEOLOGIA, MEIO AMBIENTE E GEOTECNIA**

**Alex Fortunato Ribeiro**

Orientador: Dr. Carlos Alberto Mendonça (IAG-USP)  
90 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 27.04.2016

**RESUMO.** Estudos de perfilagem geofísica em poços revestidos são desafiadores, pois estes não permitem o contato direto da sonda com as unidades atravessadas pelo poço. Apenas as sondas que utilizam o princípio da indução eletromagnética (IL – *Induction Log*) ou de radiação gama (NG – *Natural Gamma*) podem ser utilizadas. Este trabalho aplica as sondas IL e GN em poços tubulares (para captação de água subterrânea), poços de monitoramento e furos geotécnicos. Os resultados são utilizados para complementar informações geológicas em estudos ambientais, hidrogeológicos além de estudos em fundações de torres de telefonia, mostrando assim um leque de aplicabilidade para a perfilagem geofísica em poços revestidos.

**ABSTRACT.** Studies of geophysical logging in cased wells are challenging, as these does not allow direct contact of the probe with the geologic units traversed by the well. Only probes that use the principle of electromagnetic induction (IL – *Induction Log*) or gamma radiation (NG – *Natural Gamma*) may be used. This work applies the IL and GN probes in the cased wells for groundwater catchment, monitoring wells for environmental investigations and geotechnical drill holes. The results were used to complement geological information in environmental and hydrogeological studies and to characterize foundation properties of phone cell towers. Our results illustrate a wide range of applicability to borehole logging in shallow cased holes.

## CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA (Sr-Nd-Pb) DOS LITOTIPOS SUBALCALINOS DIFERENCIADOS DO ENXAME DA SERRA DO MAR

**Caio Morelli Vicentini**

Orientador: Dra. Leila Soares Marques (IAG-USP)  
93 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 12.02.2016

**RESUMO.** Este trabalho apresenta a caracterização geoquímica e isotópica (Sr-Nd-Pb) das rochas subalcalinas diferenciadas dos diques do Enxame da Serra do Mar (ESM), localizado na costa dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, sendo constituído principalmente por diques básicos com altos teores de  $\text{TiO}_2$  (> 3%). Os diques intermediários e ácidos, encontrados apenas na Ilha de São Sebastião e costa adjacente, foram submetidos à análise de elementos traços por ativação com nêutrons (AAN), que possibilitou a determinação de elementos terras raras (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb e Lu) e outros traços incompatíveis (U, Th, Hf, Ta, Ba e Rb), além de Co e Sc. As amostras foram também analisadas por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), que permitiu efetuar uma comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos. Foram ainda determinadas as razões isotópicas de Sr, Nd e Pb em cinco amostras representativas. Os dados obtidos por AAN indicam precisão de até 14% (maioria abaixo de 10%) e exatidão de até 4%. A comparação estatística dos dados de AAN com ICP-MS mostrou que as técnicas fornecem resultados estatisticamente concordantes para a grande maioria dos elementos analisados. Os diques diferenciados são quimicamente representados por lati-andesitos (LTA), dacitos (DAC) e riódacitos (RC). Dentre os LTA observa-se um conjunto de 4 amostras (Grupo 1) com características geoquímicas semelhantes às rochas basálticas Pitanga da Província Magmática do Paraná (PMP), embora apresentem razões isotópicas iniciais de Sr e Pb mais radiogênicas. Os demais LTA (Grupo 2) apresentam enriquecimento significativo de elementos fortemente incompatíveis. Entre as rochas mais diferenciadas dos LTA (Grupo 2) e aquelas dos DAC e RC há lacunas composicionais, sugerindo que a evolução não ocorreu por cristalização fracionada. À semelhança da gênese das rochas vulcânicas ácidas do tipo Chapecó-Ourinhos da PMP, é possível que os diques DAC e RC tenham sido originados por refusão de material de composição basáltica aprisionado na descontinuidade crosta-manto. As razões isotópicas dos diques do ESM sugerem que a gênese desse material basáltico envolveu fusão de manto litosférico subcontinental metassomatizado, conforme proposto para os diques mesozoicos do Espinhaço Meridional (Cráton do São Francisco), que possuem composições isotópicas similares. Os magmas diferenciados gerados nesse processo podem ter sofrido contaminação crustal, conforme indicado também pelas composições isotópicas de Sr, Nd e Pb, requerendo, no entanto, um contaminante com características muito específicas.

**ABSTRACT.** It is presented the geochemical and isotopic (Sr-Nd-Pb) characterization of the subalkaline differentiated dykes from the Serra do Mar Swarm (ESM), located at the coast of São Paulo and Rio de Janeiro states, and mainly composed by basic dykes with high contents of  $\text{TiO}_2$  (> 3%). Intermediate and acid dykes, which are found only in the São Sebastião Island and adjacent coast area were investigated by using neutron activation analysis (AAN), allowing determination of the concentrations of rare earth elements (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb and Lu) and other incompatible trace elements (U, Th, Hf, Ta, Ba and Rb), in addition to Co and Sc. The samples were also analyzed by mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS), permitting the comparison between the results obtained by the two methods. The isotope compositions of Sr, Nd and Pb were also determined in five representative samples. The data obtained by AAN indicate precision of up to 14% (most below 10%) and accuracy of up to 4%. The statistical comparison of AAN and ICP-MS data showed that the techniques provide statistically identical results for the vast majority of the analyzed elements. The differentiated dykes are chemically represented by lati-andesites (LTA), dacites (DAC) and riódacites (RC). Four LTA samples (Group 1) have geochemical similarities with Pitanga basaltic flows from Paraná Magmatic Province (PMP), although presenting Sr and Pb initial ratios slightly more radiogenic. The remaining LTA (Group 2) rocks are enriched in highly incompatible trace elements. The compositional gap between the most evolved LTA (Group 2) and the DAC and RC suggests that the evolution of this rocks is not compatible with fractional crystallization processes. Likewise the genesis of Chapecó-Ourinhos acid volcanic rocks from PMP, it is possible that the DAC and RC have been generated by melting of basalt material, which was trapped in crust-mantle discontinuity. The isotope ratios of the ESM dykes suggest that this basaltic material was generated by melting of a metasomatized subcontinental lithospheric mantle source, due to ancient subduction processes, as proposed for the Mesozoic dykes from the Espinhaço Meridional (São Francisco Craton), whose isotope ratios are very similar. The differentiated magmas generated in this process would be affected by crustal contamination during their ascension, as also indicated by the Sr, Nd and Pb isotope compositions, requiring however, very specific characteristics for the contaminant.

## DETERMINAÇÃO DO PLANO DE FALHA E TAMANHO DA RUPTURA DO SISMO DE SANTA CRUZ, BOLÍVIA, 5.2 Mw, MEDIANTE LOCALIZAÇÃO RELATIVA DAS RÉPLICAS

**Julia Carolina Rivadeneira Vera**

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

108 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 01.04.2016

**RESUMO.** Os Andes Centrais do Sul da Bolívia é uma região altamente sísmica com muitas falhas ativas que poderiam gerar sismos de até 8.9 Mw. Em 2013, um terremoto de magnitude 5.2 Mw ocorreu em Santa Cruz de la Sierra, no cinturão sub Andino, próximo da falha Mandeyapeca, uma das mais importantes falhas inversas da Bolívia. As cinco réplicas maiores foram reportadas pelo ISC (International Seismological Centre) e as 33 réplicas menores foram registradas pelo OSC (Observatorio San Calixto) nos dois meses posteriores ao sismo principal. As distâncias entre os eventos foram de até 36 km, maior que o esperado para um sismo de 5.2 Mw. Usando dados das estações regionais da América do Sul e a técnica da localização relativa com ondas Rayleigh, os epicentros das cinco réplicas maiores dos eventos de Santa Cruz foram determinados em relação ao evento principal. Esse método permite obter localizações epicentrais com incertezas menores do que 1 km. Adicionalmente, usando os dados de três estações da Bolívia (MOC, SIV e LPAZ), oito réplicas menores registradas pelo OSC, foram relocalizadas através da correlação das ondas P e S. Os resultados mostram uma orientação NNW-SSE dos epicentros e sugerem um plano de mergulho para o leste. A máxima distância entre as réplicas é de 14 km, que é maior do que o tamanho de ruptura esperado na subsuperfície, concordando com a magnitude do evento principal. Os eventos estão localizados afastados da falha Mandeyapeca e mostram um mergulho oposto, demonstrando que os eventos foram gerados por outras falhas presentes na área e que ainda não tem sido bem estudadas.

**ABSTRACT.** The Central Andes of southern Bolivia is a highly seismic region with many active faults, that could generate earthquakes up to 8.9 Mw. In 2013, an earthquake of 5.2 Mw occurred in Santa Cruz de la Sierra, in the sub-Andean belt, close to the Mandeyapeca fault, one of the most important reverse faults in Bolivia. Five larger aftershocks were reported by the International Seismological Centre (ISC) and 33 smaller aftershocks were recorded by the San Calixto Observatory (OSC) in the two months after the mainshock. Distances between epicenters of the aftershocks and the mainshock were up to 36 km, which is larger than expected for an earthquake of this magnitude. Using data from South American regional stations and the relative location technique with Rayleigh waves, the epicenters of the five larger aftershocks of the Santa Cruz series were determined in relation to the mainshock. This method enabled to achieve epicentral locations with uncertainties smaller than 1 km. Additionally, using data of three Bolivian stations (MOC, SIV and LPAZ) eight smaller aftershocks, recorded by the OSC, were relocated through correlation of P and S waves. The results show a NNW-SSE trend of epicenters and suggest an E dipping plane. The maximum distance between the aftershocks is 14 km, that is not consistent with the expected subsurface rupture length, in accordance with the magnitude of the mainshock. The events are located away from the Mandeyapeca fault and show an opposite dip, demonstrating that these events were generated by another fault in the area, that had not been well studied yet.

## MAGNETISMO DE UM ESPELEOTEMA DO CENTRO-OESTE DO BRASIL E SUAS IMPLICAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS

**Plínio Francisco Jaqueto**

Orientador: Dr. Ricardo Ivan Ferreira da Trindade (IAG-USP)

84 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 14.09.2016

**RESUMO.** Esta tese fornece um estudo detalhado do magnetismo ambiental de espeleotemas. Este estudo é feito em uma estalagmite da caverna Pau d'Alho (15°12'20"S, 56°48'41"W), localizado em Rosário d'Oeste, Mato Grosso, Brasil. Este espeleotema cresceu durante os últimos 1355 anos, com taxa média de crescimento de ~ 168 mm/ka e engloba dois eventos climáticos do Sistema de Monção Sul-americano (SMSA), a Anomalia Climática do Medieval (ACM) e a Pequena Idade do Gelo (PIG), eventos secos e molhados, respectivamente. Os experimentos de magnetismo de rocha incluem: magnetização remanente isotermal (MRI), ciclos de histerese, magnetização remanente anisterética (MRA), desmagnetização térmica em três eixos, *first order reversal curves* (FORC) e experimentos de baixa temperatura. Os principais portadores magnéticos na estalagmite são magnetita e goethita, com uma proporção relativa quase constante. A magnetita tem coercividades entre 14-17 mT, e as suas propriedades magnéticas são semelhantes às produzidas por processos pedogênicos. As remanências magnéticas são amplamente correlacionadas com dados de isótopos de carbono e oxigênio durante o registro, sugerindo que a precipitação e a dinâmica do solo acima da caverna exerce um forte controle na entrada de minerais magnéticos no sistema de cavernas Pau d'Alho. Períodos secos como o ACM estão associados a solos menos estáveis, que resultam em maiores fluxos de minerais detríticos carregados para o sistema de cavernas, ao passo que, inversamente, os períodos frios e chuvosos como a LIA estão associados a solos cobertos pela vegetação mais densa que são mais capazes de reter minerais pedogênicos de escala micrométrica, e, assim, diminuir os fluxos de minerais detríticos para o sistema de cavernas.

**ABSTRACT.** This thesis provides a detailed study of environmental magnetism in a speleothem. It focuses on a stalagmite from Pau d'Alho cave (15°12'20"S, 56°48'41"W) located in Rosário d'Oeste, Mato Grosso State, Brazil. This speleothem grew during the past 1355 years, with average growth rate of ~ 168 mm/ka and encompasses two key events in the South American Summer Monsoon (SASM), the Medieval Climate Anomaly (MCA) and the Little Ice Age (LIA), major dry and wet, respectively. The rock magnetic experiments conducted, include isothermal remanent magnetization (IRM) and anhysteretic remanent magnetization (ARM) acquisition curves, thermal demagnetization of three-axis IRM acquisition, hysteresis loops, first order reversal curves (FORC) and low-temperature SQUID magnetometry experiments. The main magnetic remanence carriers in the stalagmite are magnetite and goethite, with a nearly constant relative proportion. Magnetite has remanent coercivities between 14-17 mT, and its magnetic properties are similar to those produced by pedogenic processes. Magnetic remanence is broadly correlated with carbon and oxygen isotope data throughout most of the speleothem, suggesting that precipitation and soil dynamics above the cave exert a strong control on the input of magnetic minerals into the Pau d'Alho cave system. Dry periods like the MCA are associated with less stable soils that result in higher mineral fluxes carried into karst systems via groundwater, while conversely, colder and wetter periods like the LIA are associated with soils topped by denser vegetation that are more capable of retaining micrometer-scale pedogenic minerals, and thus reduce mineral fluxes into karst environments.

## EMPREGO DE ONDAS SUPERFICIAIS EM TERRENO SUSCETÍVEL A ESCORREGAMENTOS NA CIDADE DE CAMPOS DO JORDÃO/SP

**Brian Sam Shams**

Orientador: Dr. Renato Luiz Prado (IAG-USP)

100 p. – Dissertação (Mestrado) – Defesa 19.02.2016

**RESUMO.** Este estudo busca demonstrar a aplicabilidade do método de análise multicanal de ondas superficiais (MASW) e a importância da integração de seus resultados com os da investigação geológica-geotécnica para a caracterização de áreas sujeitas a deslizamentos de terra. O local de estudo situa-se em uma área residencial com precárias condições de infraestrutura urbana na cidade de Campos do Jordão, estado de São Paulo, Brasil. Na área houve vários episódios de escorregamento entre dezembro de 1999 e janeiro de 2000 após a ocorrência de chuvas intensas. Os escorregamentos nesta área são classificados como rasos. Nesta pesquisa foram realizados ensaios de sismica de refração e MASW e gerados perfis e seções de velocidade de propagação das ondas sísmicas. Para obter uma melhor identificação do modo fundamental da onda Rayleigh foram realizadas diferentes aquisições visando ao registro das componentes vertical e radial do movimento da onda. A integração dos perfis de velocidades da onda cisalhante ( $V_S$ ) e da onda compressional ( $V_P$ ) com os dados geológicos e geotécnicos obtidos anteriormente permitiu aprimorar o mapeamento das interfaces geológicas importantes para o estudo dos processos de escorregamento do local.

**ABSTRACT.** This study seeks to prove the usefulness of the Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) method as complementary data to conventional geotechnical and geological data in the characterization of areas of landslide risk. The setting is located in a low income housing neighborhood in the city of Campos do Jordão, state of São Paulo, Brazil. The area was devastated by numerous landslides between December 1999 to January 2000 after heavy rainfall in the area. The landslides in this area are known to be shallow. Refraction and MASW surveys were performed in this research and then processed to obtain seismic velocity profiles of the subsurface. In order to better identify the fundamental mode of the Rayleigh wave, separate surveys isolating the vertical and radial components of the Rayleigh wave were performed. By comparing the inverted shear wave ( $V_S$ ) and compressional wave ( $V_P$ ) profiles with the already known geotechnical and geological data of the site, a better understanding of the geological interfaces that constitute the landslide prone area is obtained.