



Universidade de São Paulo
Instituto de Geociências

Marly Babinski, Lena V. S. Monteiro, Caetano Juliani, Eliane A. Del
Lama, Juliana de M. L. Basso, Melina C. B. Esteves, Mikaella Balis,
Hellen C. Damaso, Cláudio Satoru Higa (Orgs.)

**1º Simpósio da Pós-Graduação do
Instituto de Geociências - USP**

Boletim de Resumos

1ª edição

São Paulo

2019

Instituto de Geociências - USP





1º SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO
DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP



Ficha catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação
do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo
Bibliotecário responsável: Sonia Regina Yole Guerra - CRB-8/4208

**S612 Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de
Geociências - USP (1.: São Paulo, SP, 2019)**

**Boletim de Resumos / 1º Simpósio de Pós-Graduação
do Instituto de Geociências - USP, 4 e 5 de abril de
2019. São Paulo: Instituto de Geociência/USP, 2019.**

133 p.

ISBN: 978-85-63124-06-7

**1. Geociências : Congressos 2. Pós-Graduação 3.
Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências
I. Título**



Comissão Organizadora

Marly Babinski – Presidente da Comissão de Pós-Graduação do IGc-USP

Lena V. S. Monteiro – Vice-Presidente da Comissão de Pós-Graduação do IGc-USP

Caetano Juliani – Coordenador do Programa Recursos Minerais e Hidrogeologia

Eliane Aparecida Del Lama – Coordenadora do Programa Mineralogia e Petrologia

Juliana de M. Leme Basso – Coordenadora do Programa Geoquímica e Geotectônica

Melina Cristina Borges Esteves – Representante Discente

Mikaella Balis – Representante Discente

Hellen Cristina Damaso – Apoio Operacional

Cláudio Satoru Higa – Apoio Operacional

Realização:



Apoio:





Apresentação

Desde a implantação de seus programas de pós-graduação em 1970, o Instituto de Geociências (IGc) concluiu a formação de 819 Mestres e 598 Doutores. O IGc teve papel fundamental na formação dos primeiros doutores na área de Geociências das universidades brasileiras, os quais foram responsáveis pela nucleação de cursos de pós-graduação por todo o país.

O IGc tem três programas de pós-graduação em Geociências (PPGG): Geoquímica e Geotectônica (nota 7 na mais recente avaliação da Capes), Recursos Minerais e Hidrogeologia (nota 4) e Mineralogia e Petrologia (nota 4), composto por 62 orientadores, entre docentes ativos e aposentados, e 181 alunos.

O PPGG - **Geoquímica e Geotectônica** tem duas áreas de concentração: Geotectônica e Geoquímica de Processos Exógenos. Este programa tem como características a aplicação de técnicas modernas na solução de problemas relacionados à evolução crustal, geoquímica de oceanos antigos, desenvolvimento de bacias sedimentares, mudanças climáticas e paleoclima.

O PPGG – **Recursos Minerais e Hidrogeologia** reúne temáticas da Geologia Aplicada, com foco em inovação. O programa estrutura-se em duas áreas de concentração: Hidrogeologia e Meio Ambiente e Recursos Minerais, ambas com reconhecimento internacional, e desenvolve pesquisas relativas à metalogênese, aos recursos hídricos, geoquímica ambiental, geotécnica e às geotecnologias.

O PPGG - **Mineralogia e Petrologia** tem duas áreas de concentração: Petrologia Ígnea e Metamórfica, e Mineralogia Experimental e Aplicada; e tem procurado inovar na área de Petrologia Experimental e Geoconservação. O programa conta com uma excelente estrutura laboratorial, capitaneada pelos NAPs Geoanalítica e Geohereditas.

Embora tenha havido esforços nos últimos anos para reunir os alunos e docentes dos três programas para discutir os projetos em andamento e propiciar uma maior interação entre si, através de “Workshop da pós-graduação”, “Encontros da pós-graduação” ou “Tardes da pós-graduação”, estas iniciativas não foram continuadas. Assim, neste momento, a Comissão de Pós-Graduação do IGc toma a iniciativa, juntamente com os alunos, de criar um **Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de Geociências**, com edições bienais. Esse Simpósio irá reunir alunos e docentes permitindo uma atmosfera científica para fomentar a discussão dos projetos desenvolvidos pelos alunos, a integração entre os Programas, assim como avaliar o cenário atual da pós-graduação na USP e no país.

Alunos e docentes, sejam bem-vindos!! Aproveitamos para agradecer o empenho de discentes, docentes e funcionários do IGc e da Pró-reitoria de Pós-Graduação da USP e esperamos que essa primeira edição seja produtiva para todos, gerando uma atmosfera harmônica com trocas científicas e culturais que selem este Simpósio.

Muito obrigada!

Marly Babinski



1º SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO
DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP



PROGRAMAÇÃO



04 de Abril de 2019

	APRESENTADOR	PPG	TÍTULO
8:00 – 9:00 h	CRENCIAMENTO E ENTREGA DE MATERIAIS		
	Abertura do Evento:		
9:00 – 10:00 h	Palestra: Prof. Carlos Gilberto Carlotti Júnior Pró-Reitor de Pós-Graduação da USP		O atual cenário da Pós-Graduação na USP e no país
10:00 – 11:00 h	Palestra: Prof. Tércio Ambrizzi Coordenador da Área de Geociências na CAPES		O atual cenário da Pós-Graduação em Geociências no país e as diretrizes de avaliação da CAPES
11:00 – 11:30 h	Coffee-Break		
11:30 – 12:30 h	Apresentações Orais	GG	Registro Sedimentar e Quaternário
12:30 – 14:00 h	Almoço		
14:00 – 16:30 h	Apresentações Orais	MP & RMH	Evolução Crustal, Magmatismo e Metalogênese
16:30 – 17:00 h	Coffee-Break		
17:00 – 18:30 h	SESSÃO POSTER		

05 de Abril de 2019

	APRESENTAÇÕES	PPG	TEMA
9:00 – 10:00 h	Palestra Prof. Ricardo Trindade (IAG-USP)		Quando a Terra enlouqueceu! A transição Ediacarano-Cambriano
10:00 – 10:30 h	Coffee-Break		
10:30 – 11:45h	Apresentações Orais	MP	Petrologia, Geodiversidade & Patrimônio Geológico
11:45 – 12:30 h	Apresentações Orais	GG	Paleontologia & Palinologia
12:30 – 14:00 h	Almoço		
14:00 – 14:45 h	Apresentações Orais	GG	Mudanças Climáticas & Paleoclima
14:45 – 15:00 h	Apresentações Orais	GG	Sistemas Petrolíferos
15:00 – 16:30 h	Apresentações Orais	RMH	Hidrogeologia, Geoquímica Ambiental e Geotecnia
16:30 – 16:45 h	Coffee-Break		
16:45 – 18:15 h	SESSÃO POSTER		
18:30 h	CERIMÔNIA DE ENCERRAMENTO E PREMIAÇÃO Show da Banda Stereo Roca		



04/Abril/2019 – PALESTRAS & APRESENTAÇÕES ORAIS

	APRESENTADOR	PPG	TÍTULO
	Abertura do Evento:		
9:00 h	Palestra: Prof. Carlos Gilberto Carlotti Júnior Pró-Reitor de Pós-Graduação da USP		O atual cenário da Pós-Graduação na USP e no país
10:00 h	Palestra: Prof. Tércio Ambrizzi Coordenador da Área de Geociências na CAPES		O atual cenário da Pós-Graduação em Geociências no país e as diretrizes de avaliação da CAPES
11:00 h	Coffee-Break		
11:30 h	Larissa Natsumi Tamura	GG	Topos de barras nos rios Amazônicos: ocorrência, morfologia e estrutura interna
11:45 h	Lucas Padoan de Sá Godinho	GG	Ciclos de agração e entalhamento fluvial associados a evolução de sistemas de cavernas no oeste da Bahia, Brasil
12:00 h	Thays Desiree Mineli	GG	Varição da sensibilidade de luminescência e dose característica do quartzo de rochas e sedimentos
12:15 h	Marília Prado Freire	GG	Gênese das Crostas Ferruginosas Quaternárias do Xingu
12:30 h	Almoço		
14:00 h	Letícia Freitas Guimarães	MP	The basal volcanic breccias in the Caxias do Sul subtype (Paraná Magmatic Province): evidence for an explosive start?
14:15 h	Bárbara Bueno Toledo	MP	Geocronologia U-Pb SHRIMP do Batólito Socorro e implicações na evolução neoproterozóica do sudeste brasileiro
14:30 h	Mikaella Balis	MP	Domínio Apiaí-São Roque: um registro precoce da amalgamação do Oeste Gondwana
14:45 h	Laísa de Assis Batista	MP	Petrocronologia em terrenos polimetamórficos antigos: premissas, abordagem termodinâmica e ferramentas úteis, com exemplos do Xisto Santo Antônio no Orógeno Brasília Meridional
15:00 h	Astrid Siachoque Velandia	MP	Magmatic and Post-Magmatic Textures of REE-Rich Accessory Minerals in Granites and Greisens from the A-Type Graciosa Province, SE-Brazil
15:15 h	Isaac Siles Malta	MP	Bombeamento sísmico, fluxo de fluidos e gênese do depósito de ouro orogênico da Serra do Cavalo Magro - Faixa Ribeira Meridional, Brasil
15:30 h	Bruna de Freitas Santos	RMH	Estudo das Sequências Vulcânicas Paleoproterozoicas na porção sul da Província Mineral do Tapajós e suas Mineralizações Associadas
15:45 h	Lucas Villela Cassini	RMH	Unravelling Igneous Petrogenesis and the Fertility of Magmas Through Geochemical Modelling: Example from the Tapajós Mineral Province
16:00 h	Maíra Antunes Alves	RMH	Fluid System and Metallogenetic Evolution of the Furnas Deposit, Carajás Province, Brazil
16:15 h	Mariana Benites	IO	Mineralogia de Crostas Ferromanganesíferas e Rochas Associadas da Elevação de Rio Grande: Uma Observação Preliminar
16:30 h	Coffee-Break		
17:00 h – 18:30 h	SESSÃO POSTER		



04/Abril/2019 – APRESENTAÇÕES DE POSTERES

Poster	APRESENTADOR	PPG	TÍTULO
Registro Sedimentar e Quaternário			
P-01	Jandessa Silva de Jesus	GG	Evolução dos Terraços Fluviais do Médio Rio Tocantins, Marabá, PA
P-02	Cristiano Galeazzi	GG	Estilo fluvial e paleovazão no registro geológico
P-03	Mariane Vivan	GG	Variabilidade espacial de paleocorrentes em sucessões fluviais
P-04	Ariel Henrique do Prado	GG	Modelagem numérica de processos de transporte sedimentar fluvial na planície Amazônica
P-05	Valentina Espinel Arias	GG	Diferenças entre os Eolianitos Quaternários de Costa Continental e Insular no Nordeste do Brasil
P-06	Fernanda Costa Gonçalves Rodrigues	GG	Dinâmica e Cronologia de Sistemas Depositionais Eólicos na Amazônia: Implicações para Evolução Quaternária dos Ecossistemas de Vegetação Aberta
P-07	Caio Breda	GG	Evolução sedimentar e geocronologia de depósitos fluviais do alto e médio Rio Tietê, São Paulo
P-08	Tainã Marcos Lima Pinho	GG	Resposta da porção superior da coluna d'água na origem da Corrente do Brasil aos eventos de desintensificação da célula de revolvimento meridional do Atlântico durante os últimos 80 ka
P-09	Pontien Niyonzima	GG	Variation of radioluminescence sensitivity of quartz from rocks and sediments
P-10	Thays Desiree Mineli	GG	Sinais de luminescência do quartzo e feldspato para datação de sedimentos da Bacia de Colônia
P-11	Jandessa Silva de Jesus	GG	Evolução dos Terraços Fluviais do Médio Rio Tocantins, Marabá, PA
P-12	Cristiano Galeazzi	GG	Estilo fluvial e paleovazão no registro geológico
P-13	Mariane Vivan	GG	Variabilidade espacial de paleocorrentes em sucessões fluviais
Evolução Crustal, Magmatismo e Metalogênese			
P-14	Rodrigo Iriarte	GG	Isotopic Geochemistry and Geochronology of Granites of the Real Cordillera of Bolivia
P-15	José Manuel dos Ramos Lopes	GG	Geocronologia Ar-Ar e Geoquímica Isotópica de rochas das Ilhas de São Tomé, Príncipe e Ano-Bom, da Linha Vulcânica dos Camarões
P-16	Noel Kuberek	GG	Estudos Tectônicos e Geocronológicos no Grupo Estrondo do Cinturão Araguaia
P-17	Tiago Valim Angelo	GG	Deformation regime variations in the Central Plutonic Unit of the Araçuaí Belt: insights from structural and magnetic fabric analyses
P-18	Bruno Vieira Ribeiro	GG	Kinematics, nature of deformation and tectonic setting of the Taxaquara Shear Zone, a major transpressional zone of the Ribeira Belt (SE Brazil)
P-19	Daniel do Valle Lemos-Santos	GG	Subducção plana e suas implicações geológicas
P-20	Caio Ribeiro de Mello	GG	Geocronologia (U-Pb) e Termometria (Ti) em zircão de rochas vulcânicas associadas aos depósitos VMS da Faixa Piritosa Ibérica



Evolução Crustal, Magmatismo e Metalogênese

P-21	Juan Sebastián Hernández González	MP	Chronology and Thermo-Tectonic Evolution of the Eastern Sector of the Patos Shear Zone (Borborema Province, NE Brazil)
P-22	Paulo Carvalho	MP	Experimentos de Imiscibilidade em Magmas Básico-Intermediários de Amostras Naturais
P-23	Camila Sayuri V. Shibata	MP	Zonamentos complexos e química mineral em distintas populações de olivina e flogopita da intrusão Pântano: chaves para evolução de um sistema kimberlítico
P-24	Pedro de Almeida Semêdo	MP	Análise da Difusão de Argônio em Sistemas Basálticos e suas Implicações para a Evolução Crustal de Vênus
P-25	Rafaela Machado Gengo	MP	Geologia do Complexo Petúnia
P-26	Maria Thereza Akemi Guimarães Yogi	MP	Evolução Termo-Cinemática do Anticlinório da Anta Gorda, Faixa Ribeira: Registro de Metamorfismo e Deformação por Cisalhamento em Contexto Transpressivo
P-27	Maria Isabel Giraldo Arroyave	MP	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar geochronology of the alkaline rocks from the São Sebastião Island, SP
P-28	Júlio Lopes	MP	Processos Magmáticos em Diques Ultrabásicos e Tendência Alcalina da Serra da Mantiqueira (SP): Um estudo de Antecristais e Xenocristais
P-29	Mariana Robertti Ambrosio	MP	Assimilação Crustal em Magmas Básicos de Tendência Alcalina: O Maciço Alcalino Máfico-Ultramáfico Ponte Nova (SP-MG)
P-30	Dina Cabrita	MP	Metamorfismo e Anatexia Neoproterozoica no Complexo Embu, Cinturão Ribeira: Evidências de Dois Eventos Metamórficos
P-31	Lucas Agostinho Milani	MP	Abordagem microestrutural da Zona de Cisalhamento Putunã – Faixa Ribeira Meridional
P-32	Bruna Coldebella	MP	Parâmetros intensivos de cristalização (P-T-fO ₂) para rochas kimberlíticas da Província Alcalina Alto Paranaíba e a instabilidade de diamantes: kimberlitos Três Ranchos IV e Limeira I
P-33	Nicholas Machado Lima	MP	A Intrusão Ultrapotássica Indaiá II, Província Alcalina Alto Paranaíba (MG): Processos Magmáticos de Sistema Aberto e Implicações Petrogenéticas
P-34	Giovanna de Souza Pereira	MP	Geochemical and Petrological Constraints on the Origin of the A-Type Itu Granitic Batholith, Brazil
P-35	Melina Cristina Borges Esteves	MP	Environmental impacts produced through magma-sediment interactions in the Paraná-Etendeka Magmatic Province
P-36	Andrés Fabián Salazar Naranjo	MP	Experimental studies on trace element partitioning between mafic minerals and alkaline melts
P-37	Bruna da Silva Ricardo	MP	Gradientes metamórficos de campo distintos e justapostos no Terreno Curitiba, Faixa Ribeira, Brasil: implicações tectônicas
P-38	Lizeth Hernandez Tasco	MP	Leucosome Sources of Metasedimentary Derived Diatexite of the Socorro-Guaxupé Nappe
P-39	Beatriz Pontes Araújo	MP	Comparação da temperatura de metamorfismo usando termômetros de eixo-c de quartzo, Zr-em-rutilo e Ti-em-quartzo, usando como exemplos amostras de quartzito do Grupo Carrancas, MG, Brasil



Evolução Crustal, Magmatismo e Metalogênese

P-40	João Victor Tumenas Mello	MP	Processos evolutivos e tempo de residência arquivados nos megacristais zonados contidos nos diques de diabásio do Arco de Ponta Grossa, SP
P-41	Eduardo Lopes Juliao	MP	Areado Granite-Migmatite Unit: Evidence from the Paleoproterozoic basement of the Southern Brasília Orogen
P-42	Gabriella Labate Frugis	MP	O Grupo Cuiabá e a Sequência Metavulcanossedimentar Nova Xavantina na Faixa Paraguai Oriental
P-43	Viviana Marcela Monsalve Hernández	MP	Petrography and Geochemistry of the Itupeva Pluton, São Paulo, Brazil
P-44	Fernanda Coyado Reverte	MP	Inventário Científico em Áreas Vulneráveis: Exemplo Aplicado à Bacia de Taubaté – Rifte Continental do Sudeste do Brasil
P-45	Gabriel Cellier	RMH	Petrogênese e Metalogenia do Vulcanismo Félsico na Porção Sul da Província Mineral do Tapajós
P-46	Danilo Pineschi	RMH	Geotermobarometria de granitos hospedeiros e de depósitos auríferos disseminados e filonares da Província Aurífera de Alta Floresta (MT): implicações geotectônicas e metalogenéticas
P-47	Ivan Pereira Marques	RMH	Utilização da difração de raios X como técnica de baixo custo para a vetorização da exploração mineral – Exemplo de aplicação na Bacia de Castro, Paraná, Brasil
P-48	Luiz Fernandes Dutra	RMH	Análises de LA-ICP-MS in situ aplicadas a estudos geocronológicos e de química mineral: implicações para origem e evolução dos sistemas IOCG do Neoarqueano e Paleoproterozoico da Província Mineral de Carajás



05/Abril/2019 – PALESTRAS & APRESENTAÇÕES ORAIS

	APRESENTADOR	PPG	TÍTULO
9:00 h	Palestra Prof. Ricardo Trindade (IAG-USP)		Quando a Terra enlouqueceu! A transição Ediacarano-Cambriano
10:00 h	Coffee-Break		
10:30 h	Caio Arthur Santos	MP	A Transição entre Gabro e Anfibolito ao longo de uma frente de hidratação e deformação
10:45 h	Adrianna Virmond	MP	Monazita e Zircão Magmáticos e Herdados do Metatexito Nazaré Paulista (SP)
11:00 h	Fabiola Menezes dos Santos	MP	Inventário dos Sítios de Geodiversidade no Geoparque Ciclo Do Ouro – Guarulhos (SP): Aplicação e Comparação de Duas Propostas Metodológicas
11:15 h	Debora Silva Queiroz	MP	Patrimônio Geológico e Construído em Áreas Urbanizadas: Um Estudo na Baixada Santista (SP)
11:30 h	Patricia Marques Magon	MP	Investigação Química e Mineralógica de Fragmentos Cerâmicos Arqueológicos de Cerritos Do Pampa: Um Estudo Para Recuperação Histórica e Tecnológica
11:45 h	Rafael Casati	GG	Conchas de Moluscos como Documentos do Tempo
12:00 h	Thomas Kenji Akabane	GG	Assinaturas palinológicas modernas da Bacia do Amazonas como base para a interpretação do registro fóssil
12:15 h	Juan Camilo Gomez Gutierrez	GG	Fábricas corticais em ooides da Formação Tamengo, Faixa Paraguai Sul: evidências de sedimentação aragonítica em ambientes rasos no final do Ediacarano
12:30 h	Almoço		
14:00 h	Vanda Brito de Medeiros	GG	Paleoambiente e paleoclima da Caatinga durante o Holoceno
14:15 h	Marcelo Garcia Pereira de Camargo	GG	Variabilidade da vazão do Rio Xingu na região da UHE Belo Monte sob cenários de projeções multimodelo de mudança climática
14:30 h	Victor Amadeus Tropiano Alem	GG	Produção e emissão de CH ₄ e CO ₂ associadas à UHE Belo Monte, Rio Xingu (PA)
14:45 h	Julio Cesar Ardito	GG	O Uso de Redes Neurais Artificiais para Predição de Porosidade no Reservatório Cabeças, Bacia do Parnaíba
15:00 h	Mariane Borba de Lemos	RMH	Análises Microestruturais de Zonas de Cisalhamento em um Solo Residual
15:15 h	Daphne Silva Pino	RMH	Caracterização Hidrogeológica e Estrutural de Aquíferos Fraturados em Região de Clima Tropical
15:30 h	Caio Christofolletti	RMH	Proposição de Método para Locação de Poços em Aquíferos Fraturados com Base em Análises Regionais, Locais e de Detalhe
15:45 h	Mariza Fernanda da Silva	RMH	Estudo Isotópico das Águas do Reservatório Taiaçupeba (Suzano, SP)
16:00 h	José Carlos Rocha Gouvêa Júnior	RMH	Abordagem escalonada para determinação de assinaturas químicas de hidrocarbonetos em vapores do solo: Bairro Residencial Volta Grande IV, Volta Redonda, RJ, Brasil
16:15 h	Osvaldo Aly Junior	RMH	Importância das Águas Subterrâneas para a Agricultura Irrigada no Brasil
16:30 h	Coffee-Break		
16:45 h	SESSÃO POSTER		
18:00 h	CERIMÔNIA DE ENCERRAMENTO E PREMIAÇÃO		



05/Abril/2019 – APRESENTAÇÕES DE POSTERES

Poster	APRESENTADOR	PPG	TÍTULO
Ensino, Geodiversidade & Patrimônio Geológico			
P-01	Andrea Duarte Cañizares	MP	Geodiversidade Paulista: Estudo da Percepção da Sociedade e Proposta de Estratégias de Comunicação
P-02	Vanessa Costa Mucivuna	MP	Métodos de Avaliação do Patrimônio Geomorfológico Como Bases para Planos de Interpretação em Áreas Protegidas: Perspectivas para Aplicação ao Parque Nacional do Itatiaia
P-03	Stephani Somekawa	MP	Inventário e avaliação de locais de interesse geológico em Iguape e Ilha Comprida – SP: bases para o uso turístico e educativo em áreas protegidas costeiras
P-04	Aranda Calió dos Reis	MP	O Impacto da Urina nas Rochas Graníticas em Fachadas e Monumentos Históricos do Município de São Paulo
P-05	Augusto Nobre	MAC	A Potencialidade de Filossilicatos para a Obtenção de Materiais Bidimensionais
P-06	Augusto Nobre	MAC	O Resgate da Coleção de Mineralogia do Professor Alfred Cowmley Slater
P-07	Eliana Maria de Lima	Unicamp	Mapas conceituais como estruturador dos conceitos em Geociências
P-08	Luis Henrique Marins Nogueira Nunes	Unicamp	O uso de Jogos didáticos para a divulgação do Ensino de Geociências
Paleontologia & Palinologia			
P-09	Júnior Bispo de Menezes	GG	Análise Bioestratigráfica com Base em Palinomorfos da Formação Hobbs Glacier, Ilha Seymour, Antártica Ocidental
P-10	Thiago de Freitas Toniolo	GG	Tafonomia e Sistemática dos Microfósseis das Formações Tamengo e Guaicurus (Grupo Corumbá, Faixa Paraguai Sul) e Suas Implicações Evolutivas e Paleoambientais
P-11	Cynthia Ramos	GG	Palinologia Forense
P-12	Gustavo Prado	GG	Remarks on the Presence of Fish Melanosomes from the Cretaceous Crato Formation (Araripe Basin, NE Brazil)
P-13	Gustavo Prado	GG	Preliminary Assessments of the Colour Patterns of Tapejarid Pterosaurs from the Cretaceous Crato Formation (Araripe Basin, NE Brazil)
P-14	Cleber Diniz	GG	Icnofósseis das Formações Tamengo e Guaicurus (Ediacarno-Cambriano), Grupo Corumbá: Implicações Paleoambientais e Paleoecológicas
P-15	Valentina Cesari	RMH	Record of methane Emissions From the west Svalbard Continental Margin During the Last 23.500 Yrs Revealed by $\delta^{13}C$ of Benthic Foraminifera
Mudanças Climáticas & Paleoclima			
P-16	Jaqueline Ferreira	GG	Mudanças no Hidroclima e Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco Durante o Último Ciclo Glacial
P-17	Plácido Fabrício Silva Melo Buarque	GG	Variabilidade Climática do Sistema de Monção Sul Americana no Centro-Leste do Brasil Durante o Último Milênio a Partir de Registros em Estalagmites e Anéis de Árvores
P-18	Rudney de Almeida Santos	GG	Relações Paleoclimáticas e Paleoambientais Durante o Holoceno no Leste da Amazônia na Região da Volta Grande do Rio Xingu



Sistemas Petrolíferos			
P-19	Juan Carlos Ramirez Arias	GG	Modelagem Termocronológica Acoplada à Modelagem de Sistemas Petrolíferos: Metodologia e Exemplos da Cordilheira Oriental, Colômbia
P-20	Yasmin Pelayo Serrano	GG	Metodologia para caracterização isotópica da dinâmica dos sistemas petrolíferos na Cordilheira Oriental de Colômbia e suas bacias adjacentes
Quimioestratigrafia & Geoquímica Isotópica			
P-21	Eric Siciliano Rego	GG	Element geochemistry and Fe isotope composition from iron formations and black shales: new insights into paleoredox conditions during the Paleoproterozoic in the Carajás Mineral Province
P-22	Carolina Bedoya Rueda	GG	Quimioestratigrafia de alta resolução na Formação Sete Lagoas: calibração do perfil isotópico de estrôncio
P-23	Sergio Caetano Filho	GG	Perturbações no Ciclo do Carbono na Transição Ediacarano-Cambriano: Evidências a partir de Isótopos de Carbono Pareado no Grupo Bambuí, Bacia do São Francisco
P-24	Cristian Guacaneme	GG	Restrição marinha no interior de Gondwana Ocidental durante o final do Ediacarano: evidências a partir de dados $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e U-Pb do Grupo Bambuí
P-25	Laura Carolina Montenegro Rivera	GG	C and O Isotopes of the Middle and Upper Tamengo Formation (Corumbá Group- Upper Ediacaran): the Effects of the Sedimentary Facies and Diagenesis
P-26	Paula Luiza Fraga Ferreira	GG	O Ciclo Biogeoquímico do N em Rochas Ediacaranas: Um Estudo nos Carbonatos do Grupo Bambuí
Hidrogeologia & Geoquímica Ambiental			
P-27	Marcos Bolognini Barbosa	RMH	Unidade Móvel para Ensaio Hidráulicos em Poços Profundos
P-28	Carlos Gil	RMH	Soluções baseadas na Natureza para Tratamento de Aquíferos Urbanos Contaminados por Nitrato
P-29	Daniella Castanheira	RMH	Gestão Integrada dos Recursos Hídricos: Conectando os Usos Públicos e Privados das Múltiplas Águas
P-30	Fábio Sartorio	RMH	Modelo Estrutural Conceitual de Aquífero Fraturado em uma Área Contaminada em Barra Mansa, RJ
P-31	Ana Paula de Jesus Rios	RMH	Estudo de Ocorrências de Cromo no Sistema Aquífero Bauru em São José do Rio Preto, SP
P-32	Rodrigo	RMH	Cadeias de Markov Aplicadas à Definição de Camadas Litológicas para Modelos Numéricos de Fluxo de Águas Subterrâneas
P-33	Antonio Pinhatti	RMH	Por Que Existem Tantos Poços Irregulares no Brasil?
P-34	Sasha Tom Hart	RMH	Investigação e Reabilitação de Aquífero de Rochas Fraturadas Contaminado por Fontes Múltiplas de Compostos Organoclorados
P-35	Allan Silas Calux	GG	A Dinâmica da Drenagem Subterrânea do Planalto Cárstico Alambari-Ouro Grosso, Iporanga (SP)
P-36	Bruno Cunha	GG	O ciclo biogeoquímico do cobre em ambientes costeiros: Contribuição das tintas anti-incrustantes na Baía da Ilha Grande, RJ



Geotecnologias			
P-37	Bruna Catarino Xavier	GG	Análise de Monte Carlo Aplicada a Estruturas Geológicas
P-38	César Rodrigues Petroni	RMH	Análise Geoestatística Aplicada para Mapeamento Tridimensional de Valores de Condutividade Hidráulica Estimados por Sonda HPT
P-39	Gustavo Zanco Ramos	RMH	Otimização Aplicada na Locação de Sondagens Utilizando Pesquisa Aleatória
P-40	Eduardo Bomfin Caldato	RMH	Levantamento Sísmico de Detalhe do Estreito do Boqueirão, Ubatuba-SP
P-41	Marina Fernandes Sanches Barros	RMH	Utilização de Métodos Geofísicos na Análise de Contaminação de Água Subterrânea em Urânia - SP



RESUMOS



ASSINATURAS PALINOLÓGICAS MODERNAS DA BACIA DO AMAZONAS COMO BASE PARA A INTERPRETAÇÃO DO REGISTRO FÓSSIL

Thomas Kenji Akabane, Paulo Eduardo de Oliveira, André Oliveira Sawakuchi, Cristiano Mazur Chiessi, Jorge Pinaya

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Os depósitos fluviais e marinhos produzidos pelo sistema de drenagens do Amazonas representam importantes registros da história evolutiva da bacia. A interpretação do registro palinológico é baseada em análogos modernos que permitam o reconhecimento das principais fontes de pólen e dos fatores ambientais que controlam a vegetação fonte. Atualmente, o Rio Amazonas transporta grandes quantidades de pólen provenientes dos diversos ambientes que compõe a bacia de drenagem e que terminalmente alcançam o oceano Atlântico. As diferentes assembléias palinológicas encontradas em sedimentos fluviais caracterizam principalmente a vegetação presente na planície de inundação, sendo esta a principal fonte do pólen transportado pelos rios. Portanto, os aspectos da morfologia e da dinâmica fluvial que possuem um papel fundamental no controle da vegetação sazonalmente inundada ecoam no registro palinológico. Altas taxas de erosão, sedimentação e migração dos rios de águas brancas do oeste amazônico causam distúrbios que induzem uma constante formação de estágios primários de sucessão vegetal, refletindo principalmente em uma expressiva contribuição de *Cecropia*. Os trechos médio e inferior do Rio Amazonas são caracterizados por uma crescente contribuição de pólen de ervas que se relacionam à abertura da cobertura vegetal da várzea e a uma topografia mais plana coberta por lagos de várzea. As florestas de várzea são caracterizadas palinologicamente por *Iriartea*, *Mauritia*, *Ilex*, *Pseudobombax* e *Luehea*, e conjunto à grandes quantidades de *Cecropia* ou ervas, indicam estágios iniciais e tardios de sucessão vegetal. As florestas de igapó margeiam rios de águas claras e pretas e são expressas por uma grande contribuição de *Symmeria*, *Sapium*, *Piranhea*, *Pouteria*, *Amanoa*, *Myrtaceae* e/ou *Alchornea*, que indicam condições de maior estabilidade ambiental e uma floresta madura. No geral, a produção de pólen das terras baixas amazônicas sobrepõe, não completamente, a assinatura proveniente dos Andes e do *cerrado*. Durante períodos de baixo nível do mar, estes sedimentos provenientes da Bacia do Amazonas que alcançam o Atlântico são principalmente depositados na Bacia da Foz do Amazonas através de cânions submarinos. Após o fim do período glacial e subsequente elevação do nível do mar, esses sedimentos passaram a ser transportados para noroeste ao longo da costa pela Corrente do Norte do Brasil e em parte depositados ao longo da plataforma continental. Para melhor compreender as mudanças ambientais ocorridas ao longo do Quaternário Tardio, o conteúdo palinológico de sedimentos coletados no talude continental da Guiana Francesa serão analisados e integrados com dados de sedimentos fluviais modernos da Bacia do Amazonas.

PALAVRAS CHAVE: Quaternário, sedimentos fluviais, palinologia, análogos modernos, Amazonas



PRODUÇÃO E EMISSÃO DE CH₄ E CO₂ ASSOCIADAS À UHE BELO MONTE, RIO XINGU (PA)

*Alem, V. A. T.¹, Sawakuchi, H. O.², Bertassoli, D. J.¹, Camargo, M. G. P.¹, Araujo, K. R.³,
Sawakuchi, A.O.¹*

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Umea University

³ Universidade Federal do Pará

RESUMO: Reservatórios de usinas hidrelétricas instalados em regiões tropicais podem representar contribuição significativa para as emissões de gases efeito estufa (GEEs) para a atmosfera. Neste contexto, é relevante desenvolver métodos para avaliação da emissão de CH₄ e CO₂ causada pela instalação desses empreendimentos hidrelétricos. A UHE Belo Monte no Rio Xingu (leste da Amazônia) é a terceira maior usina hidrelétrica em potencial de geração de energia do mundo. A estimativa das emissões de GEEs associadas à UHE Belo Monte é exemplo de alta relevância que pode servir de base para futuros empreendimentos previstos para serem construídos na região amazônica. Neste estudo, foram realizados experimentos de incubação de solos e de inundação de testemunho de solos das áreas dos reservatórios da UHE Belo Monte. Estes experimentos auxiliaram na compreensão da resposta do fluxo de CH₄ e CO₂ tanto na resolução vertical (e.g. profundidade), quanto na resolução horizontal (e.g. contexto fisiográfico). Os resultados demonstraram alta produção de CH₄ e CO₂ na camada superior (10 cm), a qual apresenta conteúdo orgânico mais elevado. O solo de floresta de igapó apresentou a maior taxa potencial de produção de CH₄ (15,59 nmol CH₄ g⁻¹ h⁻¹), enquanto que o solo de pasto apresentou a maior taxa de produção de CO₂ (34,96 nmol CO₂ g⁻¹ h⁻¹). As emissões médias de CH₄ e CO₂ para os reservatórios da UHE Belo Monte foram, respectivamente, iguais a 54,05 ± 60,73 mmol CH₄ m⁻² d⁻¹ e 330,76 ± 149,83 mmol CO₂ m⁻² d⁻¹. Esses resultados indicam incremento no fluxo de CH₄ e CO₂ em relação ao fluxo natural destes gases no Rio Xingu medido antes da instalação da UHE Belo Monte. Isto permite computar as emissões de CH₄ e CO₂ na energia gerada para a avaliação do custo-benefício do empreendimento hidrelétrico, em termos de emissões de CH₄ e CO₂ para a atmosfera. Além disso, foram realizadas projeções de emissões de carbono ao longo de 100 anos de operação da UHE Belo Monte e a elaboração de modelo do balanço de massa de carbono (“C budget”) para os reservatórios da UHE Belo Monte. Estimou-se que o impacto em emissões líquidas do empreendimento ocasionaria emissões entre 2,3 e 15,1 Tg C para o período de 100 anos. Dessa forma, espera-se que este estudo sirva de base para avaliar casos análogos, já que o plano de expansão da matriz energética brasileira considera a instalação de outras usinas hidrelétricas em rios do leste amazônico.

PALAVRAS CHAVE: reservatórios de usinas hidrelétricas, UHE Belo Monte, emissão de GEEs, balanço de carbono, projeção de emissões de CH₄ e CO₂



FLUID SYSTEM AND METALLOGENETIC EVOLUTION OF THE FURNAS DEPOSIT, PROVINCE CARAJÁS, BRAZIL

Maíra Antunes Alves, Lena Virgínia Soares Monteiro

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: The Furnas copper-gold deposit is located in the northern portion of the Carajás Province (Carajás Domain), which holds the largest amount of high-tonnage iron oxide-copper-gold deposits (IOCG) recognized worldwide. It is inserted in the context of the Cinzento Strike-Slip Fault, within a mineralized trend with about 9 km of extension in the WNW–ESE direction. The Neoproterozoic metavolcanosedimentary units of the Itacaiúnas Supergroup hosts the Furnas deposit; which is spatially related to two expressive granites: the Mesoproterozoic or Neoproterozoic Furnas granite and the Paleoproterozoic Cigano granite. The host lithotypes of the deposit identified in this study are: amphibole-, biotite-, and chlorite-bearing schists, andalusite-biotite-muscovite schist, and grunerite-biotite-garnet schists, as well as quartzite, banded iron formation, and the Furnas Granite. The host rocks underwent significant structurally-controlled hydrothermal alteration, including silicification, garnet formation, potassic alteration, iron enrichment (grunerite-magnetite or hematite), sulfidation, and chlorite and carbonate alteration. The Furnas orebodies from the SE sector is composed mainly of bornite and chalcopyrite in veins, veinlets, and pockets, strongly associated with silicified zones and hydrothermal albite and grunerite. On the other hand, in the NW sector, chalcopyrite is the main ore mineral and occurs in strong association to iron-enriched zones. In addition, mineral phases bearing the elements Co, As, Pd, U, Th, W, Te, Ag, Sn, Se, Nb, Ir and Os, as well as rare-earth elements (Ce, La, Y, Nd, Gd) occur associated with sulfides. The presence of tungsten (wolframite and scheelite), tin (cassiterite) and Nb (ferberite), as well as the relatively high concentrations of U and Th, points to a relationship between the copper-gold mineralization with fluids that evolved from the crystallization of A-type granites. The presence of Pd and Co, common in IOCG deposits, likewise of Ir and Os, suggests that fluid-rock interaction involving (meta)-ultramafic rocks were essential to the development of the hydrothermal system. Additionally, the sulfur isotopic signature of pyrrhotite ($\delta^{34}\text{S} = -0.37 \text{‰}$ to 1.72‰) indicates a magmatic source for sulfur, which can be derived directly from magmas or have been leached from igneous rocks of the Carajás Province.

PALAVRAS CHAVE: Metallogenesis, Carajás, hydrothermal deposits



IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA A AGRICULTURA IRRIGADA NO BRASIL

Oswaldo Aly Junior, Ricardo Hirata

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Os aquíferos e as águas subterrâneas são a principal fonte de água doce do planeta para além das geleiras. Eles desempenham uma variedade de funções para o bom funcionamento dos ecossistemas. Ademais prestam uma série de serviços para o bem estar humano e o funcionamento das atividades econômicas, no caso em questão da agricultura irrigada. O presente artigo tem como objetivo mostrar a importância crescente que as águas subterrâneas têm na produção irrigada no Brasil, uma vez que desde 1998 houve o aumento da produção e exportação de produtos primários, minérios e produtos agropecuários. Somente os produtos de origem agropecuária representaram 50% do valor das exportações no ano de 2016. O incremento da produção de exportação não ocorreu somente em função do aumento da produtividade, mas também pela incorporação de novas áreas de produção. Esta situação levou à necessidade de, naquelas regiões com menor precipitação pluvial, aumentar as áreas irrigadas. Os dados dos Censos Agropecuários do IBGE de 2006 e 2017 evidenciam bem esta questão, eles revelam o aumento da quantidade de estabelecimentos agropecuários (EA) que têm em diferentes fontes de águas subterrâneas suas principais fontes de recursos hídricos (RH). Em 2006 duas entre as cinco principais fontes de RH eram subterrâneas e em 2017 esta quantidade subiu para três. No caso da irrigação com base em poços tubulares, em 2006 eram 323.189 poços (adotou-se para efeitos de cálculo que um EA é igual a um poço tubular, pois o Censo não informa quantos poços cada EA possui), e em 2017 eram 1.016.671 poços tubulares, um crescimento superior a 300%. Adotando-se o valor médio de exploração de 7.000 m³/poço/ano tem-se que a água subterrânea usada na irrigação no Brasil é da ordem de 7.118.797.000 m³/ano ou 7.119 Mm³/ano. Este valor representa 4% do total de água subterrânea explorada, 175.000 Mm³/ano. Quando se compara aos dados da vazão total retirada para a agricultura irrigada que são da ordem de 2.105 m³/s (ANA, 2017), as águas subterrâneas representam 11% desse total com 225,70 m³/s. Ademais identificou-se que em determinadas localidades do país esta pode ser a principal fonte de RH para a irrigação, pois existem municípios nos quais mais da metade dos EA possuem poços tubulares. Conclui-se que existe a tendência do aumento do uso das águas subterrâneas na irrigação, em 10 anos a vazão explorada cresceu três vezes. Assim, para uma gestão sustentável das águas subterrâneas, recomenda-se o estudo dos aquíferos das regiões cuja quantidade de EAs que fazem uso de água subterrânea para irrigação seja superior a 50% para identificar se: está havendo ou não rebaixamento do aquífero; o nível de exploração é sustentável, ou seja, se está de acordo com a sua recarga; se ocorre ou não contaminação por fertilizantes e agrotóxicos; e identificar qual a interação entre o aquífero e as águas superficiais. Estes estudos devem ser acompanhados de mecanismos de popularização do conhecimento sobre aquíferos, da sua forma de gestão, dos sintomas de superexploração e da manutenção da qualidade e quantidade de suas águas.

PALAVRAS CHAVE: águas subterrâneas, serviços ecossistêmicos, agricultura irrigada, gestão sustentável de recursos hídricos



ASSIMILAÇÃO CRUSTAL EM MAGMAS BÁSICOS DE TENDÊNCIA ALCALINA: O MACIÇO ALCALINO MÁFICO-ULTRAMÁFICO PONTE NOVA (SP-MG)

Ambrosio, M. R., Azzone, R. G.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Localizado no setor norte da Província alcalina da Serra do Mar, o maciço alcalino máfico-ultramáfico Ponte Nova foi cristalizado em câmara de ambiente crustal raso e é nefelina normativo. Foi formado por sucessivos pulsos magmáticos, possuindo três pulsos principais com predomínio de rochas cumuláticas, por vezes acamadadas. Pulsos menores, apesar de não apresentarem texturas cumuláticas, apresentam evidências texturais e químicas importantes que sugerem processos magmáticos em sistema aberto. Estudos petrográficos e químicos prévios indicam que processos de assimilação crustal e cristalização fracionada (AFC) tiveram papéis preponderantes na evolução do magma no estágio de câmara em ambiente crustal raso. No entanto, um estudo minucioso textural e químico/isotópico (*in situ*) das principais fases cristalinas constituintes das diferentes intrusões ainda é necessário para identificar a proporção da contribuição de diferentes mecanismos de contaminação que foram atuantes no sistema. Assim, este estudo tem como principal objetivo contribuir com a investigação e discussões acerca dos possíveis mecanismos de evolução magmática em sistemas abertos de pequeno porte, e da influência de tais processos na formação de fases cristalinas exóticas ricas em Ba e Zr existentes no maciço. O estudo textural e químico em enclaves microgranulares e xenólitos crustais parcialmente fundidos encontrados no maciço é também alvo deste projeto, uma vez que configuram produtos dos processos de sistema aberto ocorridos no maciço em ambiente crustal raso. Para alcançar o objetivo proposto, o presente estudo se sustenta na realização de análises petrográficas para a constatação de zonamentos composicionais e de texturas de desequilíbrio químico de cristais precocemente formados. Por conseguinte, análises *in situ* por espectrometria de dispersão de comprimentos de onda por microsonda eletrônica (EMP) e por espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado com ablação a laser (LA-ICP-MS) para determinação de elementos maiores e traço em plagioclásio, feldspato alcalino, biotita e apatita foram realizadas. Análises isotópicas *in situ* por espectrometria de massa multicoletor por plasma indutivamente acoplado com ablação a laser (LA-ICP-MC-MS) serão executadas em amostras de diferentes graus de evolução para cada pulso do maciço a fim de se obter razões isotópicas de Sr em plagioclásio e apatita e de Pb em feldspato alcalino. Os dados obtidos possibilitarão restringir a variação nas taxas de contaminação crustal em diferentes porções estratigráficas da câmara magmática em estudo e entre os diferentes pulsos que compõem o maciço e verificar a importância da atuação dos mecanismos de assimilação para a evolução magmática do maciço. Citam-se os mecanismos de assimilação de fundidos das paredes das encaixantes, de xenólitos provenientes de *roof pendants* e, subordinadamente, a possível interação entre pulsos com diferentes graus de contaminação.

PALAVRAS CHAVE: contaminação crustal, magmatismo alcalino, análises isotópicas *in situ*



DEFORMATION REGIME VARIATIONS IN THE CENTRAL PLUTONIC UNIT OF THE ARAÇUAÍ BELT: INSIGHTS FROM STRUCTURAL AND MAGNETIC FABRIC ANALYSES

Tiago Valim Angelo, Marcos Egydio da Silva

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

ABSTRACT: The central plutonic unit of the Neoproterozoic Araçuaí Belt comprises syn-collisional bodies emplaced during successive magmatic events in metasedimentary rocks that deformed coherently due to the parallelism between the fabric of the plutons and country rock. Microstructural observations support that the deformation on the plutonic bodies occurred in the magmatic to sub-magmatic state, while the host rocks were submitted to solid-state deformation. Field observations and the AMS fabrics obtained in the plutonic bodies and host metasediments allowed us to individualize four different structural regions. Region 1 is characterized by an orogen-parallel foliation gently dipping eastward bearing a predominantly horizontal lineation to the east (transitioning to the Central Plutonic unit) and a down-dip lineation to the west (in the Mylonitic unit). This region includes the transition from the Western Mylonitic Unit and the Central Plutonic Unit, marked by westward thrust tectonics. Transitioning from eastern portion of region 1 to region 2 in the Central Plutonic Unit, horizontal lineations associated with steeply dipping to vertical foliation planes predominate, suggesting a transpression tectonic regime. Fabric type of region 3 is mostly marked by gently dipping westward NS-trending foliation associated with shallow plunging lineations that frequently shifts to sub-vertical, interpreted also as a transpression-induced strain partitioning. The structural region 4 is represented by a flat-lying foliation, occasionally showing a concentration of gently dipping NE and NW-trending foliation planes bearing a mostly NS-trending orogen-parallel lineation, indicating horizontal flow parallel to the orogen. Magnetic mineralogy investigation suggests biotite as the main carrier of the magnetic susceptibility in the metasediments and São Vitor Tonalite, and ferromagnetic minerals in the other plutonic bodies (Guarataia, Caladão, and Padre Paraíso plutons). The composite observed fabric of the studied rocks results from the interplay of belt-normal thrusting and subsidiary belt-parallel transcurrent flow, induced by horizontal, orogen-normal shortening resulting from the convergence between the São Francisco and Congo Cratons. We hypothesize that this complex flow field represented by the variability of the tectonic fabrics at the scale of the studied area results from the combination of convergence and gravity-driven tectonics, influenced by the contribution of the high-temperature gradient and the low cooling rate that is described in this segment of the orogen.

KEYWORDS: Anisotropy of magnetic susceptibility; Araçuaí Belt



COMPARAÇÃO DA TEMPERATURA DE METAMORFISMO USANDO TERMÔMETROS DE EIXO-C DE QUARTZO, ZR-EM-RUTILO E TI-EM-QUARTZO, USANDO COMO EXEMPLOS AMOSTRAS DE QUARTZITO DO GRUPO CARRANCAS, MG, BRASIL

Beatriz Pontes Araújo, Renato de Moraes

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

Resumo: O quartzo é um dos minerais mais comuns na crosta terrestre e é um constituinte importante de muitas rochas metamórficas. Devido à correlação entre os mecanismos dinâmicos de recristalização e a temperatura, é possível entender a relação entre a deformação e a evolução do metamorfismo com a investigação do quartzo, suas texturas, orientação cristalográfica e sua composição de elementos traços. Recentemente, calibrações de termômetros foram propostas com base na relação entre o ângulo de abertura do eixo-c. Estudos mostram que elementos traços também são indicadores confiáveis para geotermômetros, especialmente em rochas sem índices de minerais metamórficos, como os quartzitos. Com estas calibrações é possível investigar a evolução metamórfico-deformacional e comparar com a evolução metamórfica de rochas associadas contendo paragênese diagnóstica e condições de P-T, permitindo o quadro completo do estabelecimento da relação entre deformação e metamorfismo. O objetivo desta pesquisa é avaliar os termômetros de eixo-c, utilizando dados de Platina Universal e de Electron Backscatter Diffraction (EBSD), e temperatura de elementos traço, Ti-em-quartzo e Zr-em-rutilo. O estudo foi realizado nos quartzitos do Grupo Carrancas, na Serra da Estância, Serra do Pombeiro e Serra de Carrancas, cujas condições de metamorfismo da P-T foram estabelecidas com grande precisão em trabalhos anteriores. A área de estudo está localizada na região sul de Minas Gerais, próximo às cidades de Carrancas, Itutinga, Itumirim e Lavras. As temperaturas obtidas pelo termômetro do eixo c foram confrontadas com dados previamente processados e produziram resultados diferentes para cada método de Platina Universal e EBSD. Os dados de platina produziram temperaturas que se encaixam muito bem com o pico metamórfico de temperaturas previamente calculadas, e parece ser um método muito confiável, barato e relativamente rápido. Os estereogramas feitos com os dados do EBSD produziram guirlandas pouco nítidas. Não está claro se os dados adquiridos foram feitos adequadamente ou se isso é resultado de eventos sobrepostos de deformações, como sugerido pela petrografia. O termômetro de Zr-em-rutilo concorda parcialmente com os resultados de termobarometria da literatura, porque em temperaturas abaixo de 600 ° C, os minerais de zircão não são ativados para participar de reações de troca de cátions com outros minerais, portanto a concentração de Zr no rutilo é considerada como sendo da rocha fonte, e não relacionadas à deformação ou metamorfismo. O Ti-em-quartzo não foi um termômetro confiável para este estudo de caso. As temperaturas são superiores às esperadas e a hipótese é de que os grãos de quartzo podem não ter energia suficiente para trocar cátions com rutilo e zircão durante a deformação e metamorfismo causados por zonas de cisalhamento na klippe Carrancas. Para investigações posteriores, é interessante utilizar catodoluminescência para que seja possível mapear as zonas de concentração de Ti em grãos de quartzo e assim identificar porções com diferentes concentrações de Ti e investigar sua relação com possíveis texturas de recristalização.

PALAVRAS CHAVE: Grupo Carrancas; Platina Universal; EBSD; Ti-em-quartzo; Zr-em-rutilo



O USO DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS PARA PREDIÇÃO DE POROSIDADE NO RESERVATÓRIO CABEÇAS, BACIA DO PARNAÍBA

Julio César Ardito, Liliane Janikian

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Análises petrofísicas são fundamentais na caracterização de reservatórios, no entanto podem ser extremamente complexas por demandar diversas categorias de dados e informações, além da necessidade de um profissional experiente utilizando softwares caros. Abordagens alternativas têm sido propostas e testadas com êxito nas últimas décadas para otimizar custos, reduzir o tempo de processamento e a mão de obra especializada (Stundner & Oberwinkler, 2004; Rafik & Kamel, 2016; Loures, 2002). Uma das alternativas mais eficazes na caracterização de reservatórios tem sido o uso de Redes Neurais Artificiais (RNA) na estimativa de parâmetros como porosidade e permeabilidade do reservatório (Stundner & Oberwinkler, 2004; Cozzi, 2006, Kuroda, 2012). Rede neural artificial é um método de análise estatística multivariada inspirada na estrutura do sistema nervoso central e inicialmente desenvolvida na década de 40 por McCulloch e Pitts (1943) e aprimorada por Hebb (1949). Importantes avanços foram implementados por Haykin (1999), Kohonen (2001) e Stunder & Oberwinkler (2004). Este trabalho apresenta o uso de RNA para a estimativa de porosidade do reservatório devoniano da bacia do Parnaíba. Para isso, foram utilizados dados de wireline de 9 poços perfilados na bacia. Uma rede neural de aprendizagem profunda foi desenvolvida para esta finalidade com uso do algoritmo “feed forward”. Desta forma, o modelo foi treinado com o uso de dados de um único poço e usado para prever a porosidade dos demais poços. Posteriormente, foi feito um novo modelo, que passou por uma etapa de treino com dados de todos os poços disponíveis e os resultados se mostraram similares ao modelo anterior, comprovando que a partir de um único poço com porosidades conhecidas é possível prever porosidades em outros poços da bacia com eficiência. Os resultados finais apresentaram porosidades compatíveis com aquelas obtidas segundo uma análise petrofísica convencional e mostraram ser uma alternativa eficaz na estimativa inicial da porosidade em um play, sem uso de mão de obra extremamente especializada como a de petrofísico e sem os custos de software. Além disso, uma vez que o modelo esteja treinado, o tempo de processamento de novos poços perfilados é significativamente inferior.

PALAVRAS CHAVE: Redes Neurais Artificiais, Petrofísica, Porosidade



DIFERENÇAS ENTRE OS EOLIANITOS QUATERNÁRIOS DE COSTA CONTINENTAL E INSULAR NO NORDESTE DO BRASIL

Valentina Espinel Arias, Paulo César Fonseca Giannini

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Eolianitos quaternários ocorrem no Nordeste do Brasil em áreas costeiras tanto continentais (PI, CE e RN) quanto insulares (Arquipélago de Fernando de Noronha - AFN). Os pontos em comum entre estes dois contextos de ocorrência são: a elevada concentração de carbonatos (>50%) na plataforma submersa adjacente, em vista do baixo aporte terrígeno; e a atuação de ventos alísios associados à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). As principais diferenças entre estes dois contextos de ocorrência residem: nas características da plataforma submersa que atua como fonte, mais estreita e rica em carbonato na costa insular; e no espaço de acumulação eólica, mais amplo na costa continental. Estas diferenças determinam uma série de contrastes de morfologia, fácies e aspectos petrográficos entre os eolianitos continentais e insulares. Na costa continental, os campos de dunas têm ampla área livre para migrar, deixando a barlavento rastros lineares residuais, localizados principalmente nas planícies deflacionárias, aos quais os eolianitos ocorrem predominantemente associados, na forma de cordões descontínuos, com comprimentos de até 400m e espessuras de até 7m; já nas costas insulares, onde o espaço de acumulação é restringido pela topografia acidentada dos afloramentos de rocha ígnea, os eolianitos ocorrem ou próximos ao nível do mar atual, associados com depósitos de maré, ou cavalgando o embasamento vulcânico, com comprimentos de até 160m e espessuras de até 10m. As fácies deposicionais, separadas com base nos tipos de estratificação e na maior ou menor presença de rizoconcreções, são dominadas por estratificações de baixo ângulo ou festonadas, nos eolianitos continentais, e de alto ângulo, sigmoides ou festonadas, nos insulares. Cronologicamente, os eolianitos continentais, datados por ¹⁴C AMS e LOE, apresentam três modas de idades: de 76,8 a 49,7 ka, entre 2870 e 1470 anos e de 82 a 14 anos; enquanto isso, os insulares, datados por ¹⁴C AMS, apresentam duas modas de idades: de 45 e 15 ka e entre 11,2 e 8,1 ka. A tendência sistemática para inversão de idades entre cimentos e bioclastos nos eolianitos insulares e nos continentais de geração mais antiga é explicada pela pseudomorfose de algas vermelhas detectada em análises de MEV, o que sugere substituição de calcita magnésiana do bioclasto por calcita pobre em magnésio precipitada a partir das águas meteóricas. Petrograficamente, os eolianitos continentais caracterizam-se como quartzarenitos pobremente selecionados, com teores de bioclastos de até 50% do arcabouço, e cimentos em mosaico, franja isópaca, franja anisópaca, menisco e geopetal, os três últimos sugerindo cimentação precoce em ambiente vadoso; já os insulares são calciarenitos bem a moderadamente selecionados, com abundantes bioclastos (até 98% do arcabouço), a maioria neomorfizados, e com domínio de cimentos em franja, isópaca ou não, e em mosaico, sugestivos de cimentação em ambiente meteórico vadoso a freático. Os teores de carbonato variam entre 6 e 51% nos eolianitos continentais; mas podem chegar até 98% nos insulares devido à fonte carbonática mais próxima e à bacia de drenagem reduzida, formada por rochas vulcânicas ricas em minerais instáveis, propensos à dissolução por intemperismo.

PALAVRAS CHAVE: sistema eólico costeiro, eodiagênese, calcários, datações



$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ GEOCHRONOLOGY OF THE ALKALINE ROCKS FROM THE SÃO SEBASTIÃO ISLAND

Maria Isabel Giraldo Arroyave¹, Silvio Roberto Farias Vlach¹, Paulo M. Vasconcelos²

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²University of Queensland, Department of Earth Sciences, Brisbane, Australia

RESUMO: The Late Cretaceous alkaline lithologies found in the São Sebastião Island and along the southeast Brazilian coast, are the magmatic outcome of a continental rifting that led to the opening of the South Atlantic Ocean. In this island, the felsic alkaline stocks (Mirante, Serraria and São Sebastião Massifs) are associated with less common layered alkaline mafic-ultramafic rocks, lamprophyres, alkali olivine basalts, and alkali felsic differentiates. We employed $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ laser step-heating analytical technique on a variety of magmatic and late magmatic minerals in order to constrain the timing of magmatic crystallization and thermal history for the alkaline igneous suite of the São Sebastião Island. Taking into account the petrographic characteristics and field relations, three fresh samples (each with two aliquots) were selected for $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis that represent different geological events. It is estimated that the beginning of the alkaline magmatism is given by the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ step heating plateau age of 87.9 ± 0.8 obtained from late magmatic amphibole of an olivine-bearing kaersutite gabbro located towards the base of the layered sequence. This first event was followed by the intrusion of crosscutting basalts, picobasalts and alkali olivine basalts (86.0 ± 0.8 Ma on matrix kaersutite) and coeval quartz trachyte to porphyritic trachy-phonolites (86.0 ± 0.4 Ma on biotite phenocrysts and 85.9 ± 0.5 on sanidine phenocyst). Previously available U-Pb (ID-TIMS) data in zircon from the oversaturated to nearly undersaturated syenites yielded ages of 84.8 ± 0.6 Ma, and 85.1 ± 0.5 Ma and are considered the best estimate for the crystallization age of the São Sebastião and Serraria stocks, respectively. Field observations indicate that phonolites and trachyte dykes intrude the above lithologies, representing the last magmatic alkaline event in the region. These analytical results are in good agreement with the regional geochronological tendencies of a spatial and temporal association of a bimodal magmatism, which lasted approximately 4 million years as a result of a lithosphere-crust interaction during the Mesozoic and that started with the emplacement of layered alkaline mafic-ultramafic sequences followed by distinct pulses of silica-oversaturated to under-saturated magmas.

PALAVRAS CHAVE: Geochronology, layered mafic intrusion, Serra do Mar Province



DOMÍNIO SÃO ROQUE: UM REGISTRO PRECOCE DA AMALGAMAÇÃO DO OESTE-GONDWANA

Balis, M., Campos Neto, M.C.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: O Domínio Apiaí-São Roque é constituído por rochas supracrustais e por granitoides, no geral do tipo-I, que caracterizam o volumoso magmatismo neoproterozoico presente em toda a extensão do sistema orogênico Ribeira. O magmatismo é tipicamente cálcio-alcálico de alto-K com caráter geralmente metaluminoso e membros subordinados peraluminosos. Estudos recentes no Domínio São Roque restringem o magmatismo sintectônico do domínio há ca. 600-590 Ma. O limite setentrional deste domínio dá-se com a Nappe Socorro-Guaxupé, através da zona de cisalhamento lateral dextral Jundiuvira. No Domínio São Roque, ocorrem ortognaisses de composição quartzo monzonito-monzogranito-granodiorito-tonalítica porfiroclásticos, submetidos a variável intensidade de deformação não-coaxial, que ocorrem dobrados e em corpos tabulares, controlados pela foliação. Possuem megacristais manteados de K-feldspato e plagioclásio, em matriz inequigranular seriada fina quartzo-feldspática. São intrusivos em mica xistos. O ortognaisse Barro Branco (SiO_2 entre 62-70%) é o corpo principal e seus limites são paralelos à foliação marcada por uma biotita esverdeada, acompanhada de titanita, allanita, epidoto, apatita e magnetita. Muscovita ocorre como fase secundária. Associado ao corpo do Barro Branco, ocorre, subordinadamente, um ortognaisse inequigranular de biotita avermelhada e muscovita, com monazita e/ou apatita com coronas de allanita+epidoto como acessórios; possui uma tendência peraluminosa e composição mais diferenciada. Em meio aos metassedimentos, ocorrem gnaisses homogêneos granoblásticos inequigranulares de granulação fina, a duas micas, ortoclásio e plagioclásio, e monazita acessória. Admitidas como rochas metavulcânicas ácidas (SiO_2 ~75%) associam-se a níveis subordinados de hornblenda-plagioclásio gnaisses granoblásticos finos, de composição intermediária. Idades U-Pb (LA-ICPMS) em zircões do ortognaisse Barro Branco evidenciam dois pulsos magmáticos: o corpo principal de ortognaisse porfiroclástico cálcio-alcálico metaluminoso há $684 \pm 9,6$ Ma e o ortognaisse inequigranular e levemente peraluminoso há $624 \pm 5,3$ Ma, este contemporâneo à rocha metavulcânica ácida peraluminosa de 625 ± 19 Ma. As idades-modelo Nd (TDM) para a metavulcânica e para o ortognaisse Criogeniano sugerem um reservatório crustal comum há ~1,8 Ga ($\epsilon_{\text{Nd}(625)}$ e $\epsilon_{\text{Nd}(685)} = -11$). A assinatura isotópica de Hf em zircão, ancorada nos spots de idade U-Pb, indica o predomínio de fonte na crosta, menos radiogênica para o ortognaisse porfiroclástico (ϵ_{Hf} entre +2 e -7) e mais evoluída para o ortognaisse levemente peraluminoso (ϵ_{Hf} entre -7 e -19). Os cristais detríticos de zircão dos mica xistos encaixantes indicam área-fonte Arqueano-Paleoproterozoica, com rochas do Riáciano (2,2 Ga), do Neoarqueano (2,7 Ga) e no limite Paleo-Mesoarqueano (3,2 Ga). Essa pilha metassedimentar não deve ter participado da contaminação dos magmas responsáveis pelos ortognaisses estudados. Análises U-Pb (LA-ICPMS) de monazitas da metavulcânica ácida forneceram idade concordante para o metamorfismo em $600 \pm 0,9$ Ma, coincidente com o magmatismo granítico “tardio” regional. A composição, as idades e as assinaturas isotópicas destes ortognaisses do domínio São Roque são compatíveis e contemporâneas ao magmatismo de arco da Nappe Socorro-Guaxupé. Sugerem, para este domínio, um segmento paleogeográfico distal da margem continental ativa, quando da convergência entre as placas São Francisco e Paranapanema; é um registro precoce da história de amalgamação do Oeste Gondwana.

PALAVRAS CHAVE: Domínio Apiaí-São Roque; ortognaisses; Oeste-Gondwana; geocronologia; geoquímica



DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE MÓVEL PARA ENSAIOS HIDRÁULICOS COM OBTURADORES PARA A CARACTERIZAÇÃO DE AQUÍFEROS FRATURADOS

Barbosa, M.B.; Pino, D.S.; Lojkasek-Lima, P.; Sartorio, F.; Hirata, R.; Bertolo, R.
Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Uma unidade móvel para testes com obturadores (MUST) foi desenvolvida para caracterizar o aquífero fraturado em um caso emblemático de contaminação por etenos clorados em um antigo distrito industrial na cidade de São Paulo, Brasil. A unidade foi projetada para executar uma série de ensaios hidráulicos e foi montada em um trailer para operar conjuntos de obturadores pneumáticos (para furos com diâmetros de 4 a 9”). A MUST é uma ferramenta estratégica para ser usada na caracterização hidráulica da área de estudo utilizando-se de novos furos e poços de produção profundos existentes. Os primeiros ensaios foram conduzidos em um poço de 60 m de profundidade na rocha. Antes do ensaio com os obturadores, foram realizadas uma série de perfilagens geofísicas (calibre, gama natural, óptico e acústico) para definir os intervalos de interesse. Dois tipos de ensaios foram realizados: slug tests e de carga constante ambos em trechos com 1,57 m de espaçamento entre os obturadores. Um total de 21 intervalos foram ensaiados para cobrir toda a extensão do furo (de 16,1 a 60 m). Perfilagens ótica e acústica indicaram a existência de 59 fraturas no furo estudado. Combinando estes dados com informações da perfuração, foram observados conjuntos de fraturas que parecem ser orientadas pela litologia: fraturas de baixo ângulo (0-30 graus) aparecem paralelas à foliação em níveis mais micáceos, enquanto fraturas de ângulo médio (40- 60 graus) ocorrem preferencialmente nas porções granoblásticas do gnaiss. Essa análise é fundamental para entender os resultados dos ensaios hidráulicos e compor o modelo hidrogeológico e estrutural. Os valores de transmissividade obtidos a partir dos ensaios hidráulicos variaram de 0 (na matriz da rocha e fraturas menores a fechadas) a mais de $10E-3$ m² / s (fraturas abertas, algumas com mais de 10 mm). A distribuição da carga hidráulica ao longo dos intervalos ensaiados indicam um gradiente descendente até 35 m, após o qual as cargas apresentam valores muito semelhantes. O intervalo 48,6 a 50,17 m se destaca por ter uma carga maior que os demais intervalos testados entre 35 e 60 m. Quanto à transmissividade, valores mais altos foram observados nas profundidades de 38,50 a 40,07 m, 48,60 a 50,83 m e 55,95 a 57,52 m, sendo que esses dois últimos intervalos foram tão transmissivos que ficaram acima do limite de quantificação dos equipamentos utilizados. Alguns dos intervalos ensaiados apresentaram vazamentos nos selos dos obturadores e em alguns casos pela rede de fraturas e não puderam ser quantificados, sendo esta uma limitação da técnica.

PALAVRAS CHAVE: Aquífero fraturado, geofísica, obturadores, ensaios hidráulicos



UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS GEOFÍSICOS NA ANÁLISE DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM URÂNIA - SP

Marina Fernandes Sanches Barros, Vinícius Hector Abud Louro
Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: A concentração populacional e consequente aumento na produção de resíduos domésticos e industriais tem gerado grande preocupação com a contaminação de solo e do sistema hídrico. Diversas atividades antrópicas resultam na disposição inadequada de resíduos sólidos ou líquidos causando sérios problemas ao meio ambiente. Entre as fontes de contaminação por nitrato, destacam-se aplicação de adubos e agrotóxicos, pesticidas, criação intensiva de animais e fossas sépticas ou negras. Em áreas providas de esgoto sanitário o vazamento nas tubulações pode provocar focos de contaminação. O aquífero Adamantina, na região de Urânia - SP, encontra-se contaminado por nitrato, ultrapassando a concentração estipulada pelo Ministério da Saúde para águas próprias para consumo. Localizar e monitorar esses ambientes é necessário para prevenir e remediar as áreas afetadas. A geofísica desempenha um papel muito importante no mapeamento de plumas de contaminação, principalmente pela possibilidade de uma ampla cobertura dos levantamentos. A eletrorresistividade encontra grande aplicação em estudos ambientais, podendo alcançar grande penetratividade dependendo do espaçamento utilizado entre os eletrodos. Nitratos dissolvidos em água modificam suas propriedades elétricas, causando o aumento da condutividade elétrica e consequente diminuição da resistividade. Desta forma, o método geofísico da Eletrorresistividade se torna a ferramenta ideal para mapear a pluma de contaminação da região e propor medidas de mitigação do problema. Para detectar os limites laterais da pluma será utilizada a técnica de caminhamento elétrico, enquanto estimativas profundidade da contaminação contarão com sondagens elétricas verticais. Os perfis estão sendo realizados nas proximidades de regiões com concentrações anômalas de nitrato apontadas por trabalhos geoquímicos anteriores e paralelos realizados pelo grupo CEPAS-USP. Em uma primeira etapa de campo foram realizados 6 perfis de caminhamento; dois deles em estradas de terra próximas a poços com alta concentração de nitrato. Dois perfis foram realizados em áreas muito contaminadas, em uma chácara e nas proximidades de uma estação de tratamento de esgoto da SABESP. Um perfil foi alocado em uma estrada de terra longe dos poços contaminados, e por último um caminhamento na extremidade da rodovia. Os resultados serão modelados vinculados às informações geológicas e geoquímicas obtidos nestes projetos, assim como complementar suas interpretações. Com modelos geofísicos e geológicos integrados, serão propostas áreas-chave para ações e medidas para minimização da pluma contaminada.

PALAVRAS CHAVE: Nitrato, Resistividade, Contaminação, Aquífero



PETROCRONOLOGIA EM TERRENOS POLIMETAMÓRFICOS ANTIGOS: PREMISSAS, ABORDAGEM TERMODINÂMICA E FERRAMENTAS ÚTEIS, COM EXEMPLOS DO XISTO SANTO ANTÔNIO NO ORÓGENO BRASÍLIA MERIDIONAL

Laísa de Assis Batista, Renato de Moraes

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: A reconstrução de orógenos antigos acessa diversos dos processos que regem a raiz das cadeias de montanhas, onde a longa e complexa história metamórfica e deformacional exige técnicas cada vez mais sofisticadas para individualização de eventos ao longo do tempo geológico. No contexto da geração de rochas ígneas e metamórficas, a Petrocronologia entende o conceito de idade como resultado ou registro da duração de um determinado processo petrogenético, amparado por evidências petrológicas e geoquímicas. Através dessa abordagem, o presente estudo utiliza a relação entre os reservatórios de Elementos Terras-Raras (ETR) em zircão, monazita e granada e as idades U-Pb obtidas para aqueles dois primeiros minerais em metagrauvacas correlatas ao Xisto Santo Antônio, na região de Três Corações, MG. O registro evolutivo do metamorfismo progressivo *subsolidus* para estágios *suprasolidus* com segregação e migração limitadas – bem como episódios sucessivos de saturação e cristalização de fundido – são demonstrados através de petrografia, cálculo de pseudosseções e assinatura geoquímica de rocha total e minerais essenciais; e também amparados por padrões de fracionamento de ETR pesados, Y e outros elementos traço. Adicionalmente, a comparação dos resultados com a aplicação de geotermobarômetros clássicos permite o reconhecimento de domínios locais de equilíbrio e desequilíbrio metamórfico, destacando a vulnerabilidade da modelagem metamórfica inversa em terrenos anatéticos. Através da geocronologia U-Pb via MC-LA-ICP-MS com redução dos dados pelo *software IOLITE®* na plataforma IGORPro® e tratamento estatístico via *software IsoplotR®*; e cálculo de pseudosseções pelos *softwares THERMOCALC®* e *TCI®*, foi possível a demonstração de distintos domínios de metamorfismo para essas rochas, com reconhecimento de processos de (re)cristalização de zircão e monazita em diferentes contextos metamórficos. Essa abordagem multi-técnica mostrou-se essencial para a interpretação do amplo conjunto cronológico obtido, que apresenta idades concordantes agrupadas em um conjunto relativamente contínuo entre ~650 e 560 Ma, com picos principais em 610 e 580 Ma; e registros concordantes pontuais em cerca de 520 Ma e entre 700 e 800 Ma. Compatível com idades já reportadas para esta e outras unidades correlatas, apresenta-se pela primeira vez neste domínio a geocronologia isotópica de monazita e zircão acoplada à assinatura geoquímica e modelagem metamórfica progressiva, contrastando processos diferentes ao longo da evolução orogênica de longa duração.

PALAVRAS CHAVE: IOLITE, Metamorfismo, Orógeno Brasília, Petrocronologia, THERMOCALC



QUIMIOESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO NA FORMAÇÃO SETE LAGOAS: CALIBRAÇÃO DO PERFIL ISOTÓPICO DE ESTRÔNCIO

Carolina Bedoya-Rueda¹, Marly Babinski¹, Gustavo M. Paula-Santos², Cristian Guacaneme¹, Sergio Caetano-Filho¹, Ricardo I.F. Trindade³, Matheus Kuchenbecker⁴.

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Instituto de Geociências - Unicamp

³ Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - USP

⁴Instituto de Ciência e Tecnologia; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

RESUMO: Com base nos trabalhos realizados recentemente na Bacia do São Francisco, o registro isotópico do Grupo Bambuí tem sido reinterpretado sob a ótica de novos modelos tectônicos e paleoambientais, tendo em vista uma idade de deposição no limite Ediacarano-Cambriano. Através de uma seção contínua de um furo de sondagem previamente estudado, foi possível avaliar a sucessão carbonática da Formação Sete Lagoas com o objetivo de fornecer um perfil isotópico de estrôncio em maior resolução e sua interpretação à luz do recente cenário de bacia restrita proposto para a unidade. Neste furo, a Formação Sete Lagoas registra os três intervalos quimioestratigráficos (CI) propostos para o Grupo Bambuí, permitindo rastrear as diferentes etapas evolutivas na bacia. A base do furo registra o CI-1, característico por apresentar uma excursão isotópica negativa de $\delta^{13}\text{C}$ (de -3 a -5‰), seguida por uma excursão positiva para valores próximos de 0 ‰, decorrentes de uma transgressão marinha sobre o cráton. As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ deste intervalo ($> 0,7100$) são muito radiogênicas e sugerem influência de água doce e/ou alteração pós-deposicional. Na parte intermediária da seção, encontram-se registrados dois segmentos do CI-2. O primeiro apresenta valores de $\delta^{13}\text{C}$ próximos a +1‰ e razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ao redor de 0,7083 que coincidem com os observados para o final do Ediacarano, podendo registrar uma conexão intermitente da bacia com o oceano e/ou outras bacias epicontinentais do Gondwana Ocidental que permitiu a homogeneização isotópica e a migração do fóssil índice *Cloudina* sp. O segundo segmento é representado por valores de $\delta^{13}\text{C}$ próximos a +1‰, com variações das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,7075 a 0,7081, as quais são diferentes das razões observadas no Ediacarano superior, e que registrariam o início da restrição da bacia devido ao soerguimento dos orógenos circundantes relacionados ao evento Brasileiro/Pan-africano. Por último o CI-3, intervalo que corresponde à sequência superior da seção, é caracterizado pelo salto isotópico dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ de +2 ‰ a +8 ‰ e razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de ~0,7080 que continuariam registrando a restrição na bacia. A ampla variação nas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ no segundo segmento do estágio CI-2 poderia ser decorrente da perda da conexão com os oceanos contemporâneos. Isso teria levado à mudança na circulação marinha, afetando o ciclo geoquímico do Sr na bacia, modificando o tempo de residência do Sr no mar e resultando em amplas variações isotópicas. O predomínio de condições locais e/ou regionais em bacias restritas podem afetar os sistemas geoquímicos de modo que eles não respeitem as premissas baseadas nas condições oceanográficas modernas. Sob tais condições paleogeográficas, correlações quimioestratigráficas interbaciais devem ser usadas com cautela.

PALAVRAS CHAVE: Quimioestratigrafia, Bacia Do São Francisco, Formação Sete Lagoas, Ediacarano



MINERALOGIA DE CROSTAS FERROMANGANESÍFERAS E ROCHAS ASSOCIADAS DA ELEVAÇÃO DE RIO GRANDE: UMA OBSERVAÇÃO PRELIMINAR

Benites, Mariana¹; Hein, James²; Jovane, Luigi¹

¹Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

²Pacific Science Center, United States Geological Survey

RESUMO: A Elevação de Rio Grande é uma das maiores elevações oceânicas do Atlântico Sul e pouco se sabe sobre as rochas que cobrem seu leito marinho. Durante a expedição RGR1 a bordo do N/Oc. Alpha Crucis da Universidade de São Paulo, entre 30 de janeiro e 20 de fevereiro de 2018, foram dragadas, além de rochas vulcânicas, rochas sedimentares como crostas ferromanganesíferas, fosforitas e calcarenitos. Aqui, a Difração de Raios-X foi usada para investigar a composição mineral de 57 pontos de 31 das rochas sedimentares. As amostras em forma de pó foram carregadas em um difratômetro Philips de fonte de Cu, medidas entre ângulo 2θ de 4° a 70° . Os difratogramas foram interpretados no software Phillips X'Pert HighScore Plus (PANalytical) usando a base de dados internacional ICDD (International Center for Diffraction Data). A análise semi-quantitativa foi baseada na intensidade relativa dos picos e nos fatores de peso relativos ao quartzo descritos por Cook et al. (1975) e Hein et al. (1988). Foram identificadas 6 fases minerais nas rochas estudadas: (1) crostas ferromanganesíferas (CFM), (2) crostas ferromanganesíferas fosfatizadas (CFMF), (3) fosforitas, (4) detritos fosfatizados; e (5) carbonato de cálcio. As CFM são compostas majoritariamente por δ -MnO₂ e asbolane (um oxihidróxido de Mn), ambos pouco cristalinos. Já as CFMF apresentam quantidades variáveis de carbonato de fluorapatita (CFA), estando este por vezes em quantidade maior aos óxidos de Fe-Mn, revelando um grau extremo de fosfatização. Ainda, CFMF apresentam calcita em quantidades menores a moderadas, indicando que o CFA pode ter se formado por substituição de calcita. Detritos fosfatizados são lentes visíveis contidos entre as CFM e CFMF, compostos por CFA e calcita e em menor quartzo e feldspatos. O quartzo em menor quantidade nos detritos mostra uma contribuição continental mínima. As fosforitas são compostas majoritariamente por CFA, com calcita variável entre menor a maior. Elas são, com frequência, o substrato das CFM e CFMF. Por fim, os carbonatos de cálcio aparecem na forma de breccias de fragmentos de conchas e matriz carbonática e carbonato recifal, compostos majoritariamente por calcita, CFA e Mg-calcita em menores quantidades. Tais resultados mostram uma composição mineral diversa de rochas sedimentares sem similares em outras elevações oceânicas. Porém, o que chama mais atenção é a intercalação entre as diferentes fases minerais descritas em uma mesma rocha, apontando para uma complexa evolução do fundo marinho da ERG. Esta é uma pesquisa em andamento e a identificação dos minerais será relacionada a outros dados mineralógicos, geoquímicos, petrográficos e de datações cronológicas. Espera-se, assim, compreender a evolução do fundo marinho da ERG e os processos que resultaram nesta associação de minerais.

PALAVRAS CHAVE: Crostas ferromanganesíferas, Elevação de Rio Grande, Geoquímica marinha, recursos minerais marinhos



EVOLUÇÃO SEDIMENTAR E GEOCRONOLOGIA DE DEPÓSITOS FLUVIAIS DO ALTO E MÉDIO RIO TIETÊ, SÃO PAULO

Caio Breda, Fabiano do Nascimento Pupim

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Com a crescente preocupação da sociedade e da comunidade científica em se reconhecer e analisar os impactos dos fatores antrópicos no clima, os estudos das mudanças climáticas na escala de milhares de anos têm ganhado bastante força nos últimos anos. É amplamente aceito que os sistemas fluviais estão intimamente ligados à tais mudanças, podendo apresentar respostas bastante complexas e variáveis nas diferentes escalas de tempo. A bacia hidrográfica do Rio Tietê e seus tributários é a maior do Estado de São Paulo e drena duas regiões muito importantes no contexto sócio-econômico do país, a região metropolitana de São Paulo e Campinas. Mesmo com a proximidade de grandes centros de pesquisa, há uma grande escassez de estudos acerca dos sistemas fluviais paulistas, sobretudo em termos de geocronologia absoluta e modelos evolutivos da paisagem. Visando uma reconstrução espaço-temporal da evolução sedimentar do rio Tietê durante o Quaternário Tardio, este projeto utilizará técnicas de mapeamento geológico e geomorfológico em diferentes níveis de terraços fluviais, acoplados a métodos laboratoriais refinados, como: datação por luminescência óptica estimulada (OSL), além de análise de sensibilidade luminescente e granulométrica para inferir possível área fonte dos sedimentos do sistema fluvial do Rio Tietê. A pesquisa terá duas áreas como alvos de análise, uma na região metropolitana de São Paulo e outra no interior do estado, nos arredores dos municípios de Laranjal Paulista e Tietê, respectivamente alto e médio curso do rio. Assim, espera-se obter informações necessárias para interpretar a resposta do Rio Tietê – e as variações em seus depósitos – às mudanças ambientais dos últimos milhares de anos e, se possível, associá-las a eventos regionais ou globais descritos na literatura. Os principais questionamentos deste trabalho são: (1) quais os fatores que influenciam a evolução do sistema fluvial do rio Tietê?; (2) Em que escalas temporais e espaciais eles atuam?; (3) as mudanças na paleoprecipitação e na vegetação durante o Quaternário Tardio afetaram os rios de modo homogêneo e sincrônico? O entendimento das relações entre evolução da paisagem com as forçantes externas possibilita estabelecer modelos preditivos sobre respostas a efeitos climáticos futuros e impactos antrópicos sobre o sistema fluvial do Tietê.

PALAVRAS CHAVE: Rio Tietê, Quaternário Tardio, datação por luminescência (OSL), mudanças climáticas, geomorfologia



VARIABILIDADE CLIMÁTICA DO SISTEMA DE MONÇÃO SUL AMERICANA NO CENTRO-LESTE DO BRASIL DURANTE O ÚLTIMO MILÊNIO A PARTIR DE REGISTROS EM ESTALAGMITES E ANÉIS DE ÁRVORES

Plácido Fabrício Silva Melo Buarque, Francisco Wiliam da Cruz Júnior
Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Frente às recentes mudanças hidroclimáticas na América do Sul, torna-se necessário entender a variabilidade da Monção Sul-Americana (SAM - South American Monsoon) durante eventos climáticos extremos de seca e alagamento ocorridos durante o último milênio e o papel das forçantes climáticas no comportamento da circulação atmosférica no Brasil. Neste contexto, propõem-se no presente projeto de pesquisa realizar reconstituições hidroclimáticas do último milênio no centro-leste do Brasil, a partir de multiregistros isotópicos integrando espeleotemas e anéis de crescimento de árvores. O estudo permitirá compreender o comportamento da SAM frente aos eventos climáticos de escala global e a relação entre variações das forçantes radiativas (e.g. atividade solar e erupções vulcânicas) com o sistema de circulação de monção da América do Sul. Com isso, novos estudos multidisciplinares da dinâmica hidrológica de interação atmosfera-solo-planta em áreas cársticas permitirá compreender as influências de condições ambientais e ecológicas locais que são importantes para uma interpretação robusta das reconstituições paleoclimáticas. Portanto, a reconstituição da variabilidade hidroclimática da SAM dos últimos séculos, a partir de espeleotemas e anéis de árvores, pode auxiliar os modelos climáticos do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC a prever eventos extremos de seca e inundação para o século XXI no Brasil. Essa informação é fundamental para embasar políticas públicas de mitigação e adaptação às mudanças hidroclimáticas pelos gestores de recursos hídricos e energia, a fim de diminuir a vulnerabilidade das populações e de setores econômicos do país.



METAMORFISMO E ANATEXIA NEOPROTEROZOICA NO COMPLEXO EMBU, CINTURÃO RIBEIRA: EVIDÊNCIAS DE DOIS EVENTOS METAMÓRFICOS

Dina Cabrita, Frederico Faleiros, Maria Thereza Yogi

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: O Complexo Embu é uma das unidades geotectônicas mais expressivas e desconhecidas do Cinturão Ribeira e sua história evolutiva tem implicações importantes para a reconstrução Gondwana Ocidental. O Complexo Embu é composto por uma associação de rochas metassedimentares de fácies anfífolito inferior a superior, com intercalações concordantes de rochas calcissilicáticas, metamáficas e quartzito. Os objetivos deste trabalho consistem em quantificar as condições P-T-t do pico do principal evento metamórfico regional registrado na porção oeste do Complexo Embu e quais as implicações regionais desses dados nos processos tectônicos de larga escala. Novos dados petrológicos, de modelagem metamórfica e de U/Pb e LA-ICP-MS em zircão foram obtidos em amostras chave de paragneisse migmatítico e quartzito do Complexo Embu. Dados petrológicos detalhados indicam que o pico do principal evento metamórfico regional registrado no Complexo Embu é representado por um paragneisse migmatítico constituído pela associação mineral de sillimanita + granada + biotita + quartzo + K-feldspato + plagioclásio, que atingiu um metamorfismo de alto grau. Porções quartzo-feldspáticas ocorrem na área e são interpretadas como neossomas graníticos formados durante a anatexia. A presença de leucossomas graníticos, K-feldspato e sillimanita peritéticos indicam que a reação de fusão da muscovita em ausência de fluidos foi cruzada. Mapas composicionais de raio-X em granada são consistentes com os perfis químicos de borda-núcleo, ambos mostrando um zoneamento de composição fraco a ausente do núcleo para a borda, interpretado como zoneamento difusional de granada, sugerindo que o equilíbrio termodinâmico foi possivelmente alcançado no pico das assembleias minerais durante o pico metamórfico. Dados de moda de biotita na pseudosecção modelada no sistema NCKFMASHTO utilizando o software Perple_X restringiram as condições T e P de pico em 780 a 808°C e 5,1 a 10 kbar. As idades mais antigas registradas em sobrecrecimento metamórfico em zircão apresentam idades de 825 ± 14 , 792 ± 5 e $788,9 \pm 8,5$ Ma, interpretadas como idades de pico metamórfico e anatexia regional, que indicam que o principal evento metamórfico registrado na porção leste do Complexo Embu ocorreu no Toniano. Dados geocronológicos e petrológicos disponíveis na literatura indicam a existência de plutons de 810-780 Ma do tipo S com afinidades colisionais, indicando a existência de um evento acrescional a colisional Toniano na porção sul e central do Cinturão Ribeira, provavelmente responsável pela acreção de terrenos exóticos Mesoproterozóicos à margem do Craton do Paranapanema. Sobrecrecimentos metamórficos em zircão com idades Concordia de $566,7 \pm 3,7$ Ma e $615,2 \pm 5,8$ Ma também ocorrem de forma heterogênea, em amostras de alto e baixo grau metamórfico, corroborando a existência de um evento metamórfico Ediacarano a Criogeniano, já descrito para o Cinturão Ribeira, indicando uma evolução metamórfica polifásica para o Complexo Embu.

PALAVRAS CHAVE: Cinturão Ribeira, metamorfismo de alto grau, geocronologia U/Pb em zircão



PERTURBAÇÕES NO CICLO DO CARBONO NA TRANSIÇÃO EDIACARANO-CAMBRIANO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE ISÓTOPOS DE CARBONO PAREADO NO GRUPO BAMBUÍ, BACIA DO SÃO FRANCISCO

Sergio Caetano-Filho¹, Gustavo M. Paula-Santos², Pierre Sansjofre³, Cristian Guacaneme¹, Ricardo Trindade⁴ and Marly Babinski¹

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Instituto de Geociências - Unicamp

³ Institut Universitaire Européen de la Mer, Universidade da Bretanha Ocidental, Brest, França

⁴ Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - USP

RESUMO: O Período Ediacarano registra eventos extremos na história da Terra, como glaciações globais, diversificação dos metazoários e oxigenação dos fundos oceânicos. Tais eventos estão diretamente associados a perturbações no ciclo global do carbono, refletidos nas composições isotópicas deste elemento nos carbonatos ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$) e matéria orgânica ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) contidos nas sucessões sedimentares. Variações acopladas entre $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ e $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ se tornam mais frequentes no Ediacarano tardio e são comumente interpretadas como variações na condição redox da coluna d'água, mudanças no fator de fracionamento fotossintético, ou diagênese. Este estudo apresenta novos dados de $\delta^{13}\text{C}$ pareado (carbonato e matéria orgânica) para a sequência basal do Grupo Bambuí, Bacia do São Francisco, visando à investigação do ciclo do carbono em escalas locais a globais ao longo da transição Ediacarano-Cambriano. As curvas de $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ e $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ se apresentam acopladas na maior parte da sucessão sedimentar, com fracionamento isotópico de carbono ($\Delta^{13}\text{C} = \delta^{13}\text{C}_{\text{carb}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) em torno de 27‰. Entretanto, variações consideráveis no $\Delta^{13}\text{C}$ são observados na base da seção. Os chamados carbonatos de capa apresentaram uma correlação inversa, com progressivo aumento de $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ associado a um decréscimo de $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$, levando ao aumento de $\Delta^{13}\text{C}$ de 23 a 27‰. Tal incremento é comumente associado ao aumento do $p\text{CO}_2$ atmosférico. O topo da seção é marcado por uma forte excursão positiva nas curvas de $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ e $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$, de valores em torno de +1,5 e -25,5‰ para valores de até +10 e -18‰, respectivamente. Tais valores extremamente enriquecidos em ^{13}C são compatíveis com o aumento de preservação e soterramento de carbono orgânico, em um estágio de mar restrito associado à amalgamação do Gondwana Ocidental no final do Ediacarano. Entretanto, considerando-se condições *steady-state*, o registro isotópico de carbono do Grupo Bambuí representaria valores extremamente altos na fração de carbono orgânico soterrado (até 52%), não encontrados em ambientes modernos. Isto leva a crer que processos secundários podem estar envolvidos no fracionamento isotópico de carbono, como a metanogênese microbiana, igualmente associada ao contexto de restrição marinha. Os resultados preliminares sugerem que o Grupo Bambuí registra grandes perturbações no ciclo de carbono marinho no Ediacarano, relacionados ao estágio final de formação do supercontinente Gondwana, com possíveis implicações sobre o clima global.

PALAVRAS CHAVE: paleoambientes, isótopos de carbono, quimioestratigrafia, carbonatos, matéria orgânica



LEVANTAMENTO SÍSMICO DE DETALHE DO ESTREITO DO BOQUEIRÃO, UBATUBA-SP

Eduardo B. Caldato¹, Daniel P. V. Alves², Luigi Jovane^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

²Instituto Oceanográfico-USP

RESUMO: O Estreito do Boqueirão está localizado em Ubatuba (SP) e separa a Ilha Anchieta do continente. A forma como se constitui o estreito chama a atenção para uma possível atuação de eventos neotectônicos no controle da distribuição dos depósitos sedimentares recentes. Para verificar esta hipótese, foi executado um levantamento sísmico de alta resolução para estudo da distribuição faciológica no Estreito do Boqueirão e sua relação com o arcabouço estrutural do embasamento do cristalino da Serra do Mar. Para isso, foram utilizados uma fonte acústica impulsiva do tipo *sparker* acoplada a um banco de capacitores de 250 J e um hidrofone monocanal de 8 componentes. A malha de aquisição foi realizada em direções E-L e N-S, a bordo da embarcação B/Pq. *Velliger II* do Instituto Oceanográfico. Realizou-se ainda uma amostragem com testemunhador por gravidade com 2 m de comprimento total. Foram recuperados testemunhos com comprimentos que variam de 0,4 a 1 m, sendo caracterizados pela presença de argilas escuras, lentes finas de areia e níveis com conchas inteiras ou fragmentadas. Na análise dos dados sísmicos foram identificados três horizontes que marcam descontinuidades na dinâmica deposicional da área. As unidades sísmicas definidas apresentam sismofácies típicas de camadas ricas em areia intercaladas a camadas espessas com sismofácies transparente típicas de sedimentos finos. Foram ainda identificadas feições sísmicas características de gás aprisionado nos sedimentos, hipérbolos de altas amplitudes possivelmente relacionadas com matacões rolados. Sismofácies típicas de argilas ricas em matéria orgânica também são encontradas algumas das linhas interpretadas. O depocentro da Enseada do Flamengo nas imediações do Estreito do Boqueirão apresenta mudanças ao longo da sequência sedimentar, previamente limitado pelo embasamento cristalino da Serra do Mar e atualmente limitado pelos depósitos sedimentares mais antigos. Os testemunhos marcam claramente o eventos de mudança na energia e dinâmica sedimentar local, que, entretanto, não puderam ser confirmadas com a resolução sísmica utilizada. A evolução da Enseada do Flamengo e do Estreito do Boqueirão não apresenta estruturas que indicam a ocorrência de eventos neotectônicos, de acordo com estudos prévios, evidências apontam para uma dinâmica sedimentar baseada nas oscilações do nível relativo médio do mar do Pleistoceno e Holoceno. Este trabalho está em andamento, e os resultados aqui apresentado são prévios e novas interpretações devem ser adicionadas a discussão da evolução sedimentar da área. O levantamento no Boqueirão foi executado em conjunto com a disciplina de Geofísica Marinha da graduação em Oceanografia do IO-USP para que os alunos pudessem vivenciar a aquisição de dados sísmicos e de testemunhagem.

PALAVRAS CHAVE: aquisição sísmica, sismoestratigrafia, Ubatuba



A DINÂMICA DA DRENAGEM SUBTERRÂNEA DO PLANALTO CÁRSTICO ALAMبارI-OURO GROSSO, IPORANGA (SP)

Allan S. Calux, Ivo Karmann

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: O carste pode ser entendido como um sistema aberto, uma forma de relevo que resulta de processos que operam em conjunto nos subsistemas hidrológico e geoquímico. Os mecanismos de gênese e desenvolvimento de aquíferos cársticos levam à formação de meios anisotrópicos altamente descontínuos e heterogêneos, na sua estrutura espacial e no seu funcionamento temporal, podendo apresentar estrutura de permeabilidade hierárquica com fluxo turbulento. Apesar das limitações impostas pela anisotropia do meio, a descarga de aquíferos cársticos tende a concentrar-se em uma única ressurgência, permitindo, para entender suas propriedades, o uso da análise de sistemas baseada em estatística de séries temporais. O arranjo espacial complexo da drenagem subterrânea tem implicações no sinal hidrológico do exutório do sistema, de forma que a correta interpretação dos espectros obtidos prescindem de uma adequada caracterização da estrutura da drenagem, por meio testes com traçadores. Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação realizada a partir da abordagem da análise de sistemas no planalto cárstico Alambari-Ouro Grosso, de forma a compreender as relações entre o sinal hidrológico dos aquíferos com os padrões de recarga, arcabouço litoestrutural e a geometria e distribuição das drenagens subterrâneas. Os resultados obtidos demonstram que, apesar do planalto cárstico Alambari-Ouro Grosso se desenvolver no mesmo contexto litoestratigráfico e litoestrutural, hospedados inclusive dentro de um mesmo sinclinal, existem dois sistemas independentes e funcionalmente distintos: i) Sistema Alambari, responsável por drenar quase 80% da área das depressões poligonais do planalto e a maior área da contribuição alóctone aos sistemas, apresentando assinaturas hidrológicas típicas de um carste bem desenvolvido; e ii) Ouro Grosso, composta por depressões poligonais menos expressivas, recargas difusas, armazenamento epicárstico/pedológico e comportamento mais inercial. Em síntese, o que os parâmetros morfométricos, os testes com traçadores e a análise das séries temporais permitem afirmar é que no sistema Alambari a zona de recarga é mais desenvolvida porque a rede de drenagem subterrânea transmite com eficiência as águas que infiltram principalmente por meio de fluxo concentrado em sumidouros no alto do planalto. E a rede de drenagem tem alta transmissividade hidráulica porque a zona de recarga é desenvolvida e disponibiliza para o sistema grande quantidade de água em fluxo concentrado.

PALAVRAS CHAVE: Brasil, hidrologia cárstica, geomorfologia cárstica, carstologia, carste poligonal



VARIABILIDADE DA VAZÃO DO RIO XINGU NA REGIÃO DA UHE BELO MONTE SOB CENÁRIOS DE PROJEÇÕES MULTIMODELO DE MUDANÇA CLIMÁTICA

Camargo, M. G. P.; Sawakuchi, A. O.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A Usina Hidrelétrica de Energia (UHE) Belo Monte está localizada no Rio Xingu, na chamada “Volta Grande do Xingu”. Inaugurada em 2016, a UHE Belo Monte é a maior hidrelétrica brasileira em termos de potência instalada. No entanto, dos 11.233 MW instalados, a geração efetiva média de energia é estimada em 4.500 MW. Isto se dá pela alta sazonalidade do Rio Xingu, cuja vazão varia em até 40 vezes entre meses de seca e cheia. Além disso, esta estimativa de geração efetiva não considera os cenários de mudança climática e as projeções climáticas para a Amazônia, que em parte indicam taxas menores de precipitação na região do Leste, além de aumento na frequência de eventos extremos de seca. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é simular a vazão do Rio Xingu no período 2020-2050 a partir de projeções de precipitação oferecidas por cinco modelos climáticos internacionais, e também discutir os possíveis efeitos de mudanças na vazão sobre a produção de energia pela UHE Belo Monte, além da possível intensificação dos impactos já existentes sobre a população humana e ecossistemas da Volta Grande. Utilizou-se modelo numérico hidrológico que simula a vazão por meio de cálculos de escoamento superficial derivado da interação entre topografia e precipitação. Resultados apontam variabilidade nas projeções de precipitação multimodelo, com tendência de redução. Após calibração do modelo com a simulação de vazões históricas e comparação entre valores simulados e observados, pode-se prosseguir à simulação com base nas projeções de precipitação futura. Resultados das simulações indicam, para quatro dos cinco modelos climáticos, reduções na vazão da ordem de 20 a 30%, comparativamente às históricas. Tal redução possui implicações de caráter econômico, envolvendo a produção energética da UHE Belo Monte, que deverá decrescer em proporção similar, e também socioambientais, tais como a intensificação dos conflitos pelo uso da água, além da ampliação de impactos sobre ecossistemas aquáticos e de floresta alagável. Neste contexto, destacam-se os impactos causados à população diretamente afetada pela implementação do reservatório Pimental, que alterou drasticamente a dinâmica hidrossedimentológica da calha do Rio Xingu. Assim, o trabalho discute possíveis cenários e consequências socioambientais em face da mudança climática global.

PALAVRAS CHAVE: Bacia do Rio Xingu, UHE Belo Monte, mudança climática, simulação numérica hidrológica



GEODIVERSIDADE PAULISTA: ESTUDO DA PERCEPÇÃO DA SOCIEDADE E PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS DE COMUNICAÇÃO

Andrea Duarte Cañizares, Christine Laure Marie Bourotte

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: O projeto visa propor estratégias de divulgação da geodiversidade, específicas para cada segmento do público, utilizando alguns geossítios e sítios da geodiversidade do Estado de São Paulo como ferramenta de estímulo de interesse e canal de comunicação. Por segmento do público, entende-se preliminarmente: público leigo, profissional, adulto, criança, estudante, moradores do entorno do geossítio e moradores de regiões distantes do geossítio. A pesquisa encontra-se, nesta etapa, já iniciada com o uso de questionários para pesquisa exploratória sobre a percepção do público a respeito de conceitos gerais de geologia e geodiversidade. O questionário foi aplicado para o público em geral por meio de entrevistas (68) e formulário online (32). Os resultados preliminares obtidos mostraram que entre os entrevistados, apenas 30% consegue dar exemplos corretos de rochas, 95% apresentam algum nível de interesse em ciência, a Geologia está entre as ciências que menos desperta interesse (20%) e o Meio Ambiente é a que detém maior interesse (44%). A grande maioria (77%) dos entrevistados utiliza a internet para obter conhecimento em ciências, 96,9% entende que os locais mencionados na entrevista precisam ser preservados e 75% manifestou interesse em conhecer mais sobre temas envolvendo Geociências. A análise preliminar desses resultados sugere que o público, de uma forma geral, apresenta uma significativa deficiência de conhecimento em relação à geodiversidade mas apresenta também grande interesse em obter essa informação, visitar os geossítios com finalidade de entretenimento e grande preocupação com a geoconservação. Nesse contexto, o projeto apresentado visa ampliar e aprofundar a pesquisa da percepção da população sobre a geodiversidade e contribuir para sua melhoria através da proposta de estratégias de comunicação voltadas para geossítios e sítios da geodiversidade, alicerçadas no apelo turístico já detido pelos mesmos, vinculando o entretenimento à aquisição de conhecimento, com uso de linguagem simplificada e adequada ao público alvo. O indivíduo munido de conhecimentos mínimos em Geociências - geoalfabetizado - torna-se um cidadão habilitado a formar uma opinião crítica e tomar decisões conscientes a respeito do uso da geodiversidade, como por exemplo, sobre a exploração econômica e conservação do patrimônio geológico. Por outro lado, espera-se que as estratégias propostas para os geossítios e sítios da geodiversidade nessa pesquisa possam servir de estímulo para reproduzi-las ou adaptá-las para outros geossítios do Estado de São Paulo.

PALAVRAS CHAVE: Geodiversidade, geoconservação, geoalfabetização, percepção, patrimônio geológico



EXPERIMENTOS DE IMISCIBILIDADE EM MAGMAS BÁSICO-INTERMEDIÁRIOS DE AMOSTRAS NATURAIS

Carvalho, P. R.; Vlach, S. R. F

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Apresentam-se os resultados obtidos dos últimos experimentos de fusão e cristalização de amostras naturais buscando reproduzir e estudar feições de imiscibilidade de magmas em estágio avançado de cristalização. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Petrologia e Geoquímica Experimental do Núcleo de Apoio à Pesquisa GeoAnalítica-USP. Para tal foram preparados pós de rocha como material de partida através de moagem e dupla micronização de amostras toleíticas básico-intermediárias naturais, garantindo diâmetros menores que 500 mesh (0,025mm). Estas amostras foram montadas em pérolas utilizando a técnica de “wire-loop” de fios Pt previamente saturados em Fe. A fusão se deu em fornalha tubular vertical GERO, equipada com sistema misturador de gases permitindo um controle preciso das condições de temperatura e fugacidade de oxigênio. As amostras foram submetidas ao processo de cristalização isothermal onde após a fusão com temperaturas acima do liquidus (aproximadamente 110°C acima), as amostras foram rapidamente resfriadas para a temperatura alvo de 1010°C e mantida equilibrando nesta temperatura durante uma semana. As condições de fugacidade de oxigênio do experimento foram controladas através de misturas de CO e CO₂ e se deram nos intervalos de QFM-1 a QFM+1. Nestas condições é esperado entre 60% e 80% de cristalização contendo plagioclásio, clinopiroxênio, whitlockita, ulvoespínélio e/ou ilmenita como fases sólidas, além da presença de 2 vidros produzidos pelas fases imiscíveis do magma, um vidro rico em ferro e um vidro rico em sílica. As amostras foram então analisadas utilizando imageamento óptico de luz refletida e microsonda eletrônica através de imagens de elétrons retroespalhados (BSE), análises pontuais por espectrometria de dispersão de energia (EDS) e análises pontuais por dispersão de comprimentos de onda (WDS) de ambas amostras de vidro e de todas as fases minerais presentes. Os minerais formados apresentam texturas de resfriamento rápido com cristais esqueléticos, cristais dendríticos e em forma de espículas. As feições de imiscibilidade são observadas nos membros vítreos ocorrendo principalmente próximo a cristais de plagioclásio. A imiscibilidade se expressa por feições que se assemelham a bolhas de tamanhos milimétricos de um vidro rico em ferro em meio a uma matriz vítrea rica em sílica. A união dos dados texturais e dos dados químicos plotados em diversos diagramas nos permite inferir informações petrogenéticas pertinentes

PALAVRAS CHAVE: Petrologia experimental, Imiscibilidade de magmas



CONCHAS DE MOLUSCOS COMO DOCUMENTOS DO TEMPO

Rafael Casati, Paulo César Fonseca Giannini

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Conchas de moluscos são verdadeiros documentos da natureza. Uma concha guarda em si a história de vida do molusco que a produziu, incluindo as condições climáticas e ambientais do meio onde se desenvolveu, como temperatura e salinidade, bem como sua relação com outros organismos, por exemplo crustáceos, anelídeos, outros moluscos e, inclusive nós, seres humanos. Este é o seu “registro de vida”, que encerra os eventos transcorridos do nascimento até a morte, codificados em assinaturas paleoecológicas (marcas de bioerosão, incrustação, predação), isotópicas (^{14}C , $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) e geoquímicas (razões elementares de Ba/Ca, Sr/Ca, Mg/Ca). Após a morte do molusco, a concha passa a registrar outro tipo de informação: a tafonômica, ou seu “registro de morte”, que abrange os processos bioestratinômicos, transcorridos desde a morte até o soterramento (desarticulação, fragmentação, abrasão), e os processos diagenéticos, alterações físico-químicas sucedidas após a deposição (dissolução, reprecipitação). No litoral centro-sul de Santa Catarina, encontram-se dois tipos de depósitos conchíferos formados entre cerca de 8mil e 1,5mil anos cal AP. O primeiro corresponde a antigos fundos de lagunas e baías onde viveram, morreram e foram sepultados os moluscos que produziram as conchas; trata-se de depósitos conchíferos naturais, originados a partir da sedimentação lagunar e hoje localizados cerca de 80 cm abaixo da superfície. O segundo é composto predominantemente por conchas de berbigões (*Anomalocardia brasiliiana*) ou, menos frequentemente, de ostras (*Crassostrea brasiliiana*), oriundas da laguna ou da baía adjacente, coletadas e redepositadas por ação antrópica; são os sambaquis, sítios arqueológicos monticulares com até dezenas de metros de espessura, intencionalmente construídos, estratificados e comumente associados a sepultamentos humanos. Juntos, os depósitos conchíferos naturais e sambaquis de Santa Catarina abrangem o registro, com controle cronológico preciso, de maior parte do Holoceno médio a tardio, constituindo importante arquivo de informações isotópicas, geoquímicas, sedimentológicas, taxonômicas e tafonômicas, úteis na reconstituição da evolução paleoambiental e paleoclimática da região costeira. Aqui, apresentamos os materiais e métodos do estudo realizado em conchas e sedimento provenientes de nove sambaquis e de cinco concheiros naturais dessa região, que nos permitiram o acesso a tais informações. Nos sambaquis, a coleta se deu em 14 seções, e, nos concheiros naturais, em seis trincheiras. Em cada seção foram coletadas valvas de *A. brasiliiana*, em cotas espaçadas de 5 ou 10 cm, destinadas à datação, via ^{14}C AMS e, para as análises isotópicas e geoquímicas. Ao longo desta coleta foram observadas feições macroscópicas sedimentológicas do depósito e tafonômicas das conchas, que possibilitaram a descrição das fácies. Nas camadas de fácies foi coletada uma porção cúbica orientada, destinada à análise micromorfológica e, cerca de 1kg de sedimento bioclástico, destinado às análises sedimentológica, taxonômica e tafonômica. Nas trincheiras, as amostras destinadas à datação e análises isotópicas e geoquímicas foram obtidas a partir da alíquota destinada às análises sedimentológica, taxonômica e tafonômica.

PALAVRAS CHAVE: Holoceno. Costa de Santa Catarina. Sambaquis. Conchas. *Anomalocardia brasiliiana*



UNRAVELLING IGNEOUS PETROGENESIS AND THE FERTILITY OF MAGMAS THROUGH GEOCHEMICAL MODELLING: EXAMPLE FROM THE TAPAJÓS MINERAL PROVINCE

Lucas Villela Cassini¹, Caetano Juliani¹, Jean-François Moyen²

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

² Laboratoire Magmas et Volcans, Université Jean Monnet, Saint-Étienne, France

RESUMO: The tectonic and petrogenesis mechanisms changed significantly during Earth's geologic history. The Archean-Proterozoic transition is particularly interesting, as the processes evolved from stagnant-lid and/or intermittent subduction, to present-day style subduction zones at late-Proterozoic. Interestingly, the Paleoproterozoic Era, with its typical A-type AMCG rock association, remains poorly studied. At the context of the South-American Platform, the Amazonian craton, in special its southern portion, the Tapajós Mineral Province (TMP) consists on a good example of Paleoproterozoic terrain composed by calc-alkaline igneous suites, with ages between 1.99 and 1.89 Ga, that hosts many base and precious metals occurrences. Topics such as how these lithotypes evolved, their petrogenesis constraints and the tectonic setting of this part of the craton, however, still require additional effort for a better and detailed understanding. Hence, at this study we address these topics basically using whole-rock geochemistry, geochronology and geochemical modeling. The TMP is dominated by calc-alkaline and shoshonitic igneous suites that show geochemical evidence of a subduction-zone directly and indirectly controlling their petrogenesis at the 1.99 – 1.89 Ga interval. Hence, instead of successive juxtaposed magmatic-arcs as classically proposed, we understand the rock assemblage identified at the TMP as the result of a long-lived subduction process that accounts for continental-crust formation for roughly 100 Ma. The first stage of the magmatic-arc (at ca. 1.98 Ga) would be represented by at least two main petrologic trends, one with pyroxene as the main mafic phase and another where amphibole predominates. The subduction dynamics allows the coexistence of different batches of magmas due to the continuous input of primary mafic melts provided by the mantle wedge. Most porphyry deposits around the world are, in fact, genetically related with magmatic chambers that were constantly and continuously refilled, rather than genetically related with a single phase intrusion. Furthermore, the presence of amphibole and magnetite on the petrologic evolution of the first stage of the magmatic-arc should be emphasized, since it's compatible with oxidized and hydrous magmas, which confers them their metallogenetic potential. As the arc evolves the mantle wedge gets progressively metasomatized and hydrated, explaining the high-K to shoshonitic, metaluminous to mildly peraluminous characteristic of the granitoids of ca. 1.89 Ga. Geochemical modelling shows that amphibole and magnetite are compatible at these lithotypes as well. The younger 1.87 Ga granitoids are more strongly peraluminous, essentially shoshonitic and, comparatively, depleted in Ba, Sr and Eu, pointing to early fractionation of plagioclase, which is compatible with anhydrous magmas. Such characteristics suggest a change on the source of these magmas, from mantle hydrated wedge to metasomatized subcontinental-lithospheric-mantle, at an early-anorogenic setting. Geochemical modelling for the younger lithotypes confirms their relatively "dry" characteristics and, consequently, less favorability in terms of metallogenetic potential.

PALAVRAS CHAVE: Tapajós, magmatic-arc, metallogeny



GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS: CONECTANDO OS USOS PÚBLICOS E PRIVADOS DAS MÚLTIPLAS ÁGUAS

Daniella Castanheira, Ricardo Hirata

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Nessa última década algumas cidades brasileiras vivenciaram o drama da crise hídrica, fato que suscitou aos *stakeholders* – pesquisadores, gestores públicos e vários usuários da água – a repensarem a gestão dos recursos hídricos nas áreas urbanas em uma perspectiva mais abrangente e holística. Esse contexto evidenciou uma grande disponibilidade de soluções, algumas pequenas e empíricas e outras apoiadas em grandes obras de engenharia, que exigiram avançados conhecimentos científicos e operacionais de sistemas produtores de águas superficiais e subterrâneas. Embora novas alternativas de água estejam cada vez mais presentes nas grandes cidades, a gestão do recurso hídrico não tem acompanhado esses novos recursos, permitindo que se englobasse e relevasse as contribuições de todos os atores envolvidos: usuários, organizações, comitês e agentes públicos, nas tomadas de decisões e medidas de uso racional do recurso, as quais visam remanejar e aumentar a oferta de água. Nesse cenário, o presente trabalho desenvolve a pesquisa, na solução da conexão dos usos públicos e privados das múltiplas águas em prol da segurança hídrica dos grandes centros urbanos, abrangendo os aspectos preponderantes para sua adoção, e revelando os drives inibidores e/ou facilitadores da implementação. Os aspectos preponderantes consistem nos dados de sustentabilidade, potencial hídrico disponível para abastecimento, viabilidade econômica e tecnologia disponível para conexão dos usos públicos e privados das águas, e os drives inibidores e/ou facilitadores da implementação tratam-se das políticas públicas de recursos hídricos, e das relações: i) Usuários-Usuários; ii) Usuários-Estado; iii) Usuários-Gestão Integrada Vigente; iv) Usuários-Questões Legais; v) Usuário-Abastecimento Público (Sistema de Concessão das Águas – usos e serviços de distribuição), e; vi) Usuários-Sistema Econômico (Valoração do Bem e Serviços). A metodologia mista adotada pretende, no âmbito do referencial teórico do neoinstitucionalismo discursivo, pesquisar as Políticas Públicas de Recursos Hídricos Brasileira, no recorte de seus Atores e Agenda, com ênfase na temática dos usos das águas subterrâneas para garantir a resiliência do abastecimento de água em cidades que sofreram e sofrem stress hídrico. Para tal análise foram selecionadas duas áreas de estudos, Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e o Distrito Federal, que possuem em comum o recente enfrentamento de uma crise hídrica, com diversidade de usuários e usos, cujas gestões integradas dos recursos hídricos (GIRH) permitiu a época a priorização do uso da água par o abastecimento público de forma pouco consensual, consubstanciadas nas emergências das disponibilidades hídricas e dos níveis críticos nos seus reservatórios.

PALAVRAS CHAVE: Hidrogeologia, Gestão Recursos Hídricos, Segurança Hídrica



PETROGÊNESE E METALOGENIA DO VULCANISMO FÉLSICO NA PORÇÃO SUL DA PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

Gabriel Cellier, Caetano Juliani

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Na região entre os rios Xingu e Tapajós, no Cráton Amazônico, ocorrem extensas unidades de rochas vulcânicas, vulcanoclásticas, pórfiros e granitos paleoproterozoicos, consideradas, de modo geral, como pertencentes ao evento magmático Uatumã (tipo A; ca. 1,88 Ga). Entretanto, tem sido também identificadas nesta região rochas vulcânicas cálcio-alcalina típicas de arcos magmáticos do tipo Andino, formadas em pelo menos três eventos, ao redor 2,0, 1,96 e 1,88 Ga. Estas rochas têm composições variando de andesito basáltico a riolito, definindo séries magmáticas de filiações geoquímicas cálcio-alcalinas de médio a alto potássio ou até mesmo shoshoníticas, típicos de arcos magmáticos continentais. Além destas, ocorrem na região as típicas rochas vulcânicas, sub-vulcânicas e plutônicas do tipo A, de idade ao redor de 1,87 Ga. Estas são predominantemente riolitos, com basaltos e gabros associados. Na Província Mineral dos Tapajós, o vulcanismo cálcio-alcalino de 1,89 a 1,87 Ga associa-se a caldeiras vulcânicas, e tem sido reconhecidos restos de vulcões compostos e domos de riolito. Unidades cálcio-alcalinas mais antigas, orogênicas, ocorrem na região de Riozinho (ca. 2,0 Ga) e de Novo Progresso (ca. 1,97 a 1,96 Ga). Em terrenos mesozoicos e cenozoicos semelhantes, províncias magmáticas desse tipo são comuns depósitos epitermais de Au–Ag e do tipo pórfiro Cu–Mo–Au, os quais não se relacionam geneticamente a rochas anorogênicas do tipo A. Em todos os conjuntos de rochas orogênicas da região tem sido descritas zonas de alterações hidrotermais e mineralizações epitermais *high-*, *intermediate-*, e *low sulfidation* semelhantes às mineralizações presentes em vulcânicas fanerozoicas. Estas estão hospedadas em brechas hidrotermais em vulcões anelares a caldeiras vulcânicas, domos de riolito e zonas de falhas. Também ocorrem diques e *stocks* de pórfiros riódacíticos a riolíticos com alterações hidrotermais e mineralizações de Cu–Mo–Au do tipo pórfiro. O principal objetivo do trabalho é a caracterização petrogenética e metalogenética das sequências vulcânicas e intrusivas sub-vulcânicas na porção sul da Província Mineral dos Tapajós, tendo em vista que trabalhos de detalhe voltados para caracterização litoestratigráfica, petrogenética e metalogenética ainda são escassos na região. Para tanto serão feitos levantamentos em campo, estudos petrográficos, litoquímicos e geocronológicos, visando uma melhor compreensão da evolução tectônica da região. Adicionalmente, serão caracterizadas as alterações hidrotermais magmáticas-hidrotermais presentes nestas rochas.

PALAVRAS CHAVE: Petrogênese, Metalogênese, Uatumã, Tapajós



RECORD OF METHANE EMISSIONS FROM THE WEST SVALBARD CONTINENTAL MARGIN DURING THE LAST 23.500 YRS REVEALED BY $\delta^{13}\text{C}$ OF BENTHIC FORAMINIFERA

Valentina Cesari, Luigi Jovane

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Several studies have shown the validity of the use of benthic foraminifera as proxies of methane emissions from the seafloor, both in the current marine environment and in the stratigraphic record. In this work, published by Panieri et al. (2014), the $\delta^{13}\text{C}$ in benthic foraminifera tests have been measured in a sediment core affected by gas-hydrate, collected from an area of active methane venting in the West Svalbard continental margin (Vestnesa Ridge), with the aim to reconstruct the local history of methane emissions and determine their relationship with climatic variations. The study also presents an assessment of the presence of diagenetic alterations in the foraminifera tests, which may partly mask the original methane signal. The chronology has been reconstructed by comparison of the biostratigraphic record with cores from the same area, by eight AMS ^{14}C dates and by correlation with the GISP2 $\delta^{18}\text{O}$ ice core record. The studied core revealed a continuous sedimentary record spanning from 23.500 yrs BP to the Holocene. While foraminifera from some intervals have $\delta^{13}\text{C}$ within the normal marine range (0 to -1‰), five anomalies has been identified, in which the $\delta^{13}\text{C}$ values of benthic foraminifera are significantly lower (as low as -17.4‰) than those expected for foraminifera recovered from the same region in sites unaffected by methane seepage. These negative anomalies persist after the application of a cleaning protocol performed to remove any authigenic carbonate coatings from the foraminiferal tests before mass spectrometer analysis. They are interpreted to record the incorporation of ^{13}C -depleted carbon in the presence of methane at the seafloor during biomineralization of the carbonate foraminiferal tests. Anomalies are separated by at least one sample with normal marine $\delta^{13}\text{C}$ and are, therefore, interpreted to represent five methane emission events (MEEs), from the Last Glacial Maximum to the Holocene, with the most prominent one, in terms of $\delta^{13}\text{C}$ depletion, predating the Bølling–Allerød Interstadial (GI-1 in the Greenland ice core record). The MEEs show an apparent correlation with climatic events, but the $\delta^{18}\text{O}$ record from the foraminifera tests provided no evidence of correlated increases of bottom-water temperature that might have induced gas hydrate dissociation. The lack of correlation between the values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$, appears to preclude warming of bottom waters as the principal control on methane release. Rather, it seems likely that methane release is a consequence of episodicity in the supply of gas to the hydrate system and in the processes that enable methane gas to migrate through the hydrate stability field to the seafloor.

PALAVRAS CHAVE: Methane emission, Stable isotope, $\delta^{13}\text{C}$, Benthic foraminifera



PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA LOCAÇÃO DE POÇOS EM AQUÍFEROS FRATURADOS COM BASE EM ANÁLISES REGIONAIS, LOCAIS E DE DETALHE

Caio Christofolletti, Amélia João Fernandes

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem se expandido nas últimas décadas sobre as rochas do embasamento cristalino que afloram ao redor da Bacia de São Paulo. O fornecimento de água para essa população crescente não depende somente da rede de distribuição de água dos reservatórios ao redor da região metropolitana, mas também de poços tubulares perfurados em aquíferos fraturados pela iniciativa privada e pelo setor público. Este projeto foi idealizado durante a crise de abastecimento hídrico no município de São Paulo e sua Região Metropolitana nos anos de 2015 e 2016. Tendo como referência os trabalhos elaborados por Fernandes (1997) e Fiume (2013) e a abordagem de análise regional de aquíferos fraturados de Mabee et al (1994) e Mabee & Hardcastle (1997), foram analisadas estruturas rúpteis e rúpteis-dúcteis da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) em escala regional, local e em detalhe. O levantamento bibliográfico das estruturas regionais, capacidades específicas ($m^3/h/m$) do banco de dados cadastral de poços, e mapas geológicos possibilitaram a delimitação de polígonos com potenciais distintos de produção para as rochas cristalinas da RMSP. O traçado de lineamentos sobre base de mapas em escala 1:10000, juntamente com banco de dados de poços, permitiu uma análise local das direções preferenciais de fluxo com expressão na superfície. O levantamento de fraturas e análises de detalhe realizadas em pedreiras, por meio de scanlines e tratamento estatístico de parâmetros tais como comprimento, regularidade, espaçamento, rugosidade, preenchimento e evidências de fluxo de água (decomposição, revestimento, fluxo de água e presença de vegetação), levam a indicação de quais fraturas constituem os principais caminhos de fluxo, que variam de uma região para outra na RMSP. As perfilagens geofísicas de poços tubulares profundos em rocha cristalina, com levantamento estrutural por imageamento acústico e óptico, e medidas de fluxo por ensaios de perda d'água, são dados adicionais para a identificação de famílias de fraturas condutivas na região de estudo.

A elaboração de um mapa de potencialidade de produção de água para a Região Metropolitana de São Paulo, validado pelas análises locais, e uma sequência de métodos a serem utilizados para uma análise de condutividades de estruturas em qualquer área, fora das bacias sedimentares, são os produtos finais deste projeto.

PALAVRAS CHAVE: Aquíferos Fraturados, Região Metropolitana de São Paulo, capacidade específica, levantamento estrutural de fraturas



PARÂMETROS INTENSIVOS DE CRISTALIZAÇÃO (P-T- fO_2) PARA ROCHAS KIMBERLÍTICAS DA PROVÍNCIA ALCALINA ALTO PARANAÍBA E A INSTABILIDADE DE DIAMANTES: KIMBERLITOS TRÊS RANCHOS IV E LIMEIRA I

Bruna Coldebella; Rogério Guitarrari Azzone

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Foram estabelecidas as condições de fugacidade de temperatura (T), pressão (P) e fugacidade de oxigênio (fO_2) para os kimberlitos Três Ranchos IV (TR-IV diamantífero) e Limeira I (LM-I, estéril) do supercampo kimberlítico Coromandel-Três Ranchos (Minas Gerais e Goiás, Brasil), da província alcalina Alto Paranaíba (APAP), com o intuito de determinar uma possível correlação entre tais parâmetros intensivos de cristalização e a instabilidade de diamante daqueles magmas. As intrusões Três Ranchos IV e Limeira I foram classificadas como kimberlitos macrocristicos coerentes, com textura inequigranular evidenciada por megacristais de olivina de até 1 cm parcialmente alterados, macrocristais de flogopita (0.5-10 mm) e xenólitos crustais dispostos em uma matriz muito fina composta principalmente por perovskita, olivina, flogopita, espinélio, serpentina e carbonatos em ambas as intrusões, com adição de apatita, ilmenita e monticelita apenas em LM-I. Macrocristais de granada e xenocristais centimétricos de piroxênio e também são fases minerais presentes em Três Ranchos IV e Limeira I, respectivamente. As estimativas de temperatura do kimberlito LM-I foram obtidas utilizando as composições dos xenocristais de diopsídio e as concentrações de Al presentes em cristais de olivina, resultando em um intervalo entre 718 e 985 °C. Estimativas de pressão variaram de 34 a 47 Kbar e foram calculadas utilizando-se curva empírica da geoterma de 37 mW/m² proposta na literatura para magmas da Província Alcalina do Alto Paranaíba. Para TR-IV foram obtidas temperaturas a partir das concentrações de Al em olivina e de Ni em granada, variando de 975 a 1270 °C. O intervalo de pressão de 18 a 34 Kbar foi obtido a partir da composição dos principais elementos em granada amostrada de TR-IV. A fugacidade de oxigênio registrada em perovskitas (fase cognata de kimberlito) de TR-IV varia de NNO-7 a NNO + 4, e de NNO + 6 a NNO-4 em LM-I. A monticelita, outra fase cognata, também foi utilizada como oxibarômetro, resultando em um intervalo de NNO-4 a NNO + 2 para a intrusão LM-I, onde está presente. Também é notável uma mudança na fugacidade de oxigênio dos núcleos para a borda em perovskitas e em cristais de monticelita. Os xenocristais de clinopiroxênio em LM-I foram classificados como clinopiroxênio de fácies granada lherzolito, de acordo com as composições obtidas neste trabalho. Essa informação, juntamente com os dados de pressão e temperatura, além da presença de Mg-ilmenita em LM-I (conhecido por ser estéril), indica que este magma kimberlítico pode ter ao menos cruzado o campo de estabilidade do diamante, e que é possível que a variação na fugacidade de oxigênio observada em ambos TR-IV e LM-I pode ter-se refletido na instabilidade destes xenocristais nestes magmas, uma vez que Limeira I apresenta condições de oxidação levemente mais altas.

PALAVRAS CHAVE: kimberlitos; Província Alcalina Alto Paranaíba; parâmetros intensivos de cristalização; fugacidade de oxigênio



O CICLO BIOGEOQUÍMICO DO COBRE EM AMBIENTES COSTEIROS: CONTRIBUIÇÃO DAS TINTAS ANTI-INCRUSTANTES NA BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ

Bruno Cunha, Marly Babinski

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A Baía da Ilha Grande (BIG) apresenta múltiplas influências antrópicas, tais como atividades urbanas, industriais (estaleiro e terminal de Petróleo) e náuticas (portos e marinas), evidenciando uma demanda crescente de dimensionamento do transporte de contaminantes químicos e de identificação das contribuições de suas diferentes fontes para subsidiar a adequada gestão do ambiente costeiro. Recentemente, as tintas anti-incrustantes foram identificadas como uma fonte importante de metais para ambientes aquáticos em escala global. Desde o início do século 21, o cobre é usado como o biocida mais importante em tintas, com concentrações de até 35% em peso, estando presente na forma de óxidos e compostos organometálicos. Altas concentrações desse metal foram relatadas em regiões de marinas, portos e baías, ameaçando os ecossistemas adjacentes, como o manguezal. O presente projeto se propõe a desenvolver estudos em atendimento a esta demanda. Nesse sentido, serão realizadas análises geoquímicas clássicas (elementos maiores e traços) e isotópicas ($\delta^{65}\text{Cu}$) em (1) rochas e solos da região; (2) material particulado em suspensão (MPS) e dissolvido, aportado para baía pelos principais rios e da BIG; (3) testemunho sedimentar em manguezais próximos às principais fontes antrópicas e (4) organismos aquáticos (moluscos bivalves). Esta combinação de análises elementares e isotópicas de Cu permitirá entender o ciclo biogeoquímico deste elemento além de possibilitar, pela primeira vez em um sistema costeiro do país (e do mundo), o dimensionamento das contribuições relativas das tintas anti-incrustantes para os ecossistemas costeiros.

PALAVRAS CHAVE: Tintas anti-incrustantes, isótopos de Cu, biogeoquímica, sedimentos, Baía da Ilha Grande



ICNOFÓSSEIS DAS FORMAÇÕES TAMENGO E GUAICURUS (EDIACARANO-CAMBRIANO), GRUPO CORUMBÁ: IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS E PALEOECOLÓGICAS

Cleber Quidute Clemente Diniz, Juliana de Moraes Leme Basso

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Os icnofósseis são estruturas sedimentares preservadas criadas a partir de atividades de organismos no substrato que remetem diretamente ao seu comportamento com o meio, como por exemplo, locomoção ou predação. As atividades possuem a capacidade de modificar tanto a topografia quanto a rigidez do sedimento, transformando um local inicialmente dimensional água/sedimento para um ambiente tridimensional mais complexo com redistribuição de sedimentos, nutrientes, gases e partículas. Os icnofósseis podem ser estudados em dois aspectos, o primeiro relacionado à sua identificação através de características principais chamadas icnotaxobases, auxiliando a identificar seus produtores e seus comportamentos tratando questões paleoecológicas. O segundo aspecto está relacionado aos eventos ligados às atividades, a bioturbação é a modificação do substrato como resposta do organismo para com o meio que irá resultar em características deixadas no registro, portanto a icnologia pode ser uma ferramenta auxiliar para resolver questões paleoambientais. Em Mato Grosso do Sul está localizado o Grupo Corumbá, onde a Formação Guaicurus corresponde ao seu topo, composto por material pelítico maciço a finamente laminado encontra-se fósseis de algas denominadas *Eoholynea corumbensis* e icnofósseis como *Multina mínima* e *Didymaulichnus lyelli*. Sotoposta em contato gradacional está a Formação Tamengo datada em 542 M.a. caracterizada por intercalações de carbonatos com fósseis de *Cloudina lucianoi* e material pelítico plano paralelo com a presença de fósseis de metazoários como *Corumbella weneri*, *Paraconulária* sp, macroalgas e icnofósseis. Os icnofósseis provenientes das formações serão descritos e identificados em um contexto individual a partir da análise de suas icnotaxobases e classificados em um contexto mais amplo em relação a associações icnofossilíferas e paleoambientais a partir da análise de sua distribuição estratigráfica, o modo da icnofabrica e o tipo de icnofáceis, todas as ocorrências serão descritas em escala de detalhe e complementado por registro fotográfico. Portanto, analisar os novos materiais coletados no Grupo Corumbá são fundamentais para o esclarecimento do impacto que o ambiente causa no comportamento dos organismos, respondendo questões paleoecológicas e paleoambientais que ocorreram no Neoproterozoico do Sul do Gondwana, complementando também a paleodiversidade já conhecida do local.

FAPESP: (2017/25433-8).

PALAVRAS CHAVE: Icnologia, Grupo Corumbá, Icnofósseis



ANÁLISES DE LA-ICP-MS *IN SITU* APLICADAS A ESTUDOS GEOCRONOLÓGICOS E DE QUÍMICA MINERAL: IMPLICAÇÕES PARA ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS IOCG DO NEOARQUEANO E PALEOPROTEROZOICO DA PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS

Luiz Fernandes Dutra, Lena Virgínia Soares Monteiro

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: A Província Carajás, localizada na porção sudeste do cráton Amazônico, se destaca mundialmente pela quantidade expressiva de depósitos de ferro, níquel, ouro, manganês, além dos depósitos de óxido de ferro-cobre-ouro (IOCG) de classe mundial. Devido à particular evolução geológica dessa província, esses depósitos foram formados em diferentes épocas metalogenéticas no Arqueano (ca. 2700 – 2680 Ma e 2570 Ma) e no Paleoproterozoico (ca. 2050 Ma e 1880 Ma). Como consequência, além de zonas mineralizadas com distintas idades, os depósitos apresentam complexos padrões de alteração hidrotermal e assinaturas químicas e isotópicas. Esses refletem tanto a herança e mobilização de zonas mineralizadas preexistentes como processos de sobreposição de tipos e estilos de eventos hidrotermais. Tal complexidade dificulta o reconhecimento de fontes de metais e fluidos especificamente relacionadas a cada evento e, conseqüentemente, impede a identificação de parâmetros úteis que possam nortear a pesquisa mineral. Nesse contexto, o presente trabalho centra-se no estudo de três depósitos cupríferos, Jatobá, Castanha e Bacuri, que são parte de um *cluster* de depósitos IOCG associados ao Sistema Mineral Sossego, no Cinturão Sul do Cobre da Província Mineral de Carajás. Esses depósitos apresentam padrões de alteração semelhantes aos identificados nas raízes de sistemas IOCG neoarqueanos em Carajás (depósitos Jatobá e Castanha) e fortes evidências de sobreposição de processos hidrotermais neoarqueanos e paleoproterozoicos (depósito Bacuri). O emprego de técnicas microanalíticas pontuais de alta resolução (espectrometria de massa com plasma acoplado a um sistema de ablação a laser LA-ICP-MS) visa (i) a caracterização petrográfica, química e geocronológica das rochas hospedeiras, (ii) a identificação da evolução paragenética das zonas de alteração hidrotermal e mineralizadas, (iii) a caracterização da natureza dos fluidos hidrotermais responsáveis pelos principais eventos mineralizantes reconhecidos em cada depósito, a partir de estudos de inclusões fluidas, (iv) a caracterização do conteúdo de elementos menores, traços e terras raras em minerais de alteração hidrotermal (escapolita, apatita, magnetita, monazita), (v) a determinação das idades dos eventos mineralizantes e/ou hidrotermais em cada depósito, a partir de datação *in situ* de monazita hidrotermal associada a distintos estágios de alteração hidrotermal, (iv) a identificação de evidências de mobilização de elementos traços em zonas de alteração hidrotermal e mineralizadas e caracterização da história de interação fluido-rocha, incluindo fatores físico-químicos associados e (vii) o reconhecimento de possíveis fontes de metais e trajetórias de migração de fluidos hidrotermais nos distintos eventos metalogenéticos registrados na Província Mineral de Carajás. Esse estudo permite ainda a reconstituição da história de interação fluido-rocha, dependente da natureza das rochas hospedeiras e de parâmetros físico-químicos críticos para o transporte e deposição de metais no sistema hidrotermal. Dessa forma, essa pesquisa visa possibilitar avanços na caracterização das relações espaço-temporais das mineralizações cupro-auríferas da Província Carajás com eventos magmáticos e tectônicos já registrados na província, a partir da identificação de assinaturas químicas relativas a distintas épocas metalogenéticas registradas em cada depósito.

PALAVRAS CHAVE: Carajás, IOCG, Metalogênese, Geocronologia U-Pb, Química Mineral



ENVIRONMENTAL IMPACTS PRODUCED THROUGH MAGMA-SEDIMENT INTERACTIONS IN THE PARANÁ-ETENDEKA MAGMATIC PROVINCE

Melina Cristina Borges Esteves; Adriana Alves

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: O Brasil abriga a maior parte de um dos mais expressivos Continental Flood Basalts (CFB) do mundo, associados à fragmentação do Supercontinente Gondwana e à abertura do Oceano Atlântico no início do Cretáceo, a Província Magmática Paraná-Etendeka (PMP). A PMP se estende por uma grande porção do centro-sul da América do Sul, cobrindo toda a área central sul do Brasil na chamada Bacia do Paraná. Nessa imensa área de cobertura vulcânica, predominam os basaltos toleíticos em forma de extrusões, diques e sills, além de rochas ácidas e intermediárias em menor quantidade. A extrusão de lavas em forma de vulcões há muito tempo assusta e deslumbra a raça humana e compreender o funcionamento do sistema terrestre é de suma importância. Apesar de representarem condições temporárias, as erupções vulcânicas têm um vasto potencial para promover significativas mudanças climáticas e no ecossistema em prazos curtos e é isso que torna o estudo do CFB tão relevante. Neste contexto, este projeto tem como objetivo avaliar os produtos da interação entre o magmatismo da Província Magmática Paraná-Etendeka com os sedimentos da Bacia do Paraná com foco na avaliação dos possíveis distúrbios ambientais associados através de microtermometria, espectroscopia e espectrometria de inclusões fluidas. As análises serão realizadas em inclusões fluidas aprisionadas em veios hidrotermais de quartzo e carbonato (i) nos arenitos do Grupo Itararé que foram afetados por soleiras de diabásio no entorno de Limeira-SP; (ii) inclusões fluidas a alta temperatura selecionadas a partir do inventário amostral do projeto PFRH-241 (PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM GEOLOGIA DO PETRÓLEO E MEIO AMBIENTE), referente a veios hidrotermais associados à formação de óleo termogênico dentro dos sedimentos ricos em matéria orgânica da bacia do Paraná; (iii) nos sedimentos da Formação Teresina no flanco norte do enxame de diques de Ponta Grossa, próximo a Taguaí-SP, onde os sedimentos se destacam como via de migração de hidrocarbonetos do Sistema Petrolífero Irati-Pirambóia. A presente proposta de estudo está vinculada ao projeto Serrapilheira (Projeto G-1709-21397 - PLACING QUANTITATIVE CONSTRAINTS ON THE POTENTIAL ENVIRONMENTAL IMPACTS ASSOCIATED TO THE PARANÁ-ETENDEKA MAGMATISM) e se justifica pelo grande potencial da PMP na geração de eventos em grande escala de mudança climática e pelos escassos estudos relacionados a inclusões fluidas, sendo então, o estudo detalhado da interação magma-sedimentos essencial em uma mais completa compreensão do magmatismo e seus possíveis impactos.

PALAVRAS CHAVE: Província Magmática Paraná-Etendeka; Mudanças climáticas; Espécies voláteis; Inclusões fluidas



MUDANÇAS NO HIDROCLIMA E VEGETAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O ÚLTIMO CICLO GLACIAL

Jaqueline Quirino Ferreira¹, Cristiano Mazur Chiessi¹, Marília de Carvalho Campos¹, Enno Schefuss², Stefano Crivellari¹, Ana Luiza Spadano Albuquerque³, Andre Bahr⁴

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Universidade de Bremen, Alemanha

³ Universidade Federal Fluminense

⁴ Universidade de Heidelberg, Alemanha

RESUMO: A bacia de drenagem do rio São Francisco é caracterizada como um dos sistemas hidrográficos mais importantes da América do Sul. A região abrange parte do semiárido do Brasil, que devido à baixa pluviosidade e alta taxa de evapotranspiração, apresenta períodos críticos com prolongadas estiagens. Apesar desta vulnerabilidade hídrica, poucos estudos abordam mudanças pretéritas no hidroclima e na cobertura vegetal da bacia. Estas mudanças se encontram registradas em testemunhos sedimentares marinhos sujeitos ao aporte de sedimentos do rio São Francisco, onde compostos orgânicos específicos (bem como suas composições isotópicas) produzidos por plantas superiores são particularmente úteis nas reconstituições paleoambientais. Este é o caso da composição isotópica de n-alcanos de cadeia longa (tipicamente ceras epicuticulares de folhas de plantas superiores). A composição dos isótopos estáveis de hidrogênio (δD) de ceras epicuticulares pode ser utilizada para reconstituir o volume de chuvas, enquanto a composição dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}C$) destas mesmas ceras permite diferenciar o tipo preferencial da via fotossintética (C3 - floresta ou C4 - savana) utilizada pela vegetação. Este trabalho visa reconstituir as mudanças no hidroclima e na vegetação da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco durante o último período glacial e posterior deglaciação. Para tal, os testemunhos sedimentares marinhos M125-95-2/3 coletados em um sítio sob a influência do aporte de sedimentos terrígenos do rio São Francisco serão investigados para δD e $\delta^{13}C$ de n-alcanos de cadeia longa. Nossos dados preliminares indicam valores mais negativos de δD durante os eventos Heinrich e ainda, um aumento na razão de $\ln(Ti/Ca)$ durante tais eventos de mudanças climáticas abruptas, corroborando a hipótese de que se tratam de períodos mais úmidos na região, com aumento de precipitação no continente e conseqüente aumento no aporte de terrígenos na bacia oceânica.

PALAVRAS CHAVE: mudanças climáticas abruptas, paleoclima, marcadores orgânicos, geoquímica isotópica



O CICLO BIOGEOQUÍMICO DO N EM ROCHAS EDIACARANAS: UM ESTUDO NOS CARBONATOS DO GRUPO BAMBUÍ

Paula Luiza Fraga Ferreira, Marly Babinski

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Devido a sua abundância, capacidade de formar ligações com o carbono e de participar de reações redox quando dissolvido em água líquida, o nitrogênio é um componente essencial em reações metabólicas de microrganismos, que constituem o ciclo biogeoquímico do N. O ciclo ocorre em três etapas principais: 1) N_2/N_2O atmosférico é dissolvido no oceano e convertido por bactérias fixadoras de N para uma forma orgânica, sendo o amônio (NH_4^+) um produto intermediário desta reação; 2) NH_4^+ proveniente da etapa anterior é oxidado resultando na produção de NO_2^- que é em seguida oxidado para NO_3^- , numa reação chamada nitrificação, e; 3) o N retorna à atmosfera através de uma reação chamada desnitrificação, na qual bactérias convertem o NO_3^- em N_2 . Os isótopos estáveis de N, ^{14}N e ^{15}N , ocorrem na proporção de 99,632% e 0,368%, respectivamente, e são a ferramenta mais utilizada para investigar o ciclo biogeoquímico do N em paleoambientes, pois as reações biogeoquímicas pelas quais o N passa durante o ciclo resultam no fracionamento de seus isótopos e este fracionamento fica registrado nos sedimentos, gerando uma assinatura isotópica denominada $\delta^{15}N_{sed}$. A interpretação paleoambiental de dados de $\delta^{15}N_{sed}$ obtidos em rochas sedimentares baseia-se no fato de que as reações químicas do ciclo do N são intimamente ligadas às condições de oxidação de onde o sedimento foi depositado. Logo, a compreensão de como seu ciclo biogeoquímico evoluiu ao longo do tempo geológico fornece valiosas informações sobre as mudanças que ocorreram na química dos oceanos, posto que a assinatura isotópica deste elemento em rochas é fortemente condicionada pelo potencial de oxidação do ambiente de sedimentação. Embora o $\delta^{15}N_{sed}$ como traçador paleoambiental seja mais utilizado em sedimentos recentes, este método vem sendo ultimamente empregado no entendimento de ambientes pré-cambrianos. As técnicas para análise da assinatura isotópica de N em rochas muito antigas têm avançado, mas é importante destacar que a interpretação de dados de $\delta^{15}N$ ainda deve ser cautelosa, já que estas geralmente apresentam baixo conteúdo de matéria orgânica, além de terem uma complexa história pós deposicional, que pode incluir desde alteração do teor de N por eventos de soterramento até eventos de metamorfismo. Considerando estas questões, analisar a composição isotópica de $\delta^{15}N_{sed}$ em rochas ediacaranas permitirá compreender aspectos relativos à oxigenação no fim do pré-cambriano e o estado redox das águas e, por consequência, a circulação oceânica de nutrientes e o metabolismo de seres primitivos neste período. Este estudo será desenvolvido nos carbonatos do Grupo Bambuí, Bacia do São Francisco.

PALAVRAS CHAVE: Nitrogênio, Pré-Cambriano, Isótopos, paleoambiente



GÊNESE DAS CROSTAS FERRUGINOSAS QUATERNÁRIAS DO XINGU

Freire, M.P.¹; Góes, A.M.¹; Fairchild, T.R.¹; Sawakuchi, A.O.¹; Pupim, F.N.²; Gautheron, C.³; Parra, M.¹

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Universidade Federal de São Paulo

³ Université Paris-Sud

RESUMO: Crostas ferruginosas (*ironstones*) com texturas e estruturas variadas ocorrem de modo freqüente no leito das corredeiras do rio Xingu. Investigou-se a gênese desses depósitos do Xingu, entre o rio Iriri e a cachoeira do Jericoá, com base 1) dados de campo; 2) análise mineralógica por difração de raios X (DRX), espectrometria por energia dispersiva de raios X (EDS) e *mineral liberation analyser* (MLA); e 3) estudos morfológicos através de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (MEV). No campo, os litossomas podem alcançar dezenas a até centenas metros de extensão e até cerca de 4 m de espessura com colorações preta, vermelha, marrom e, subordinadamente, amarela. Análises de DRX indicam que os *ironstones* são compostos de goethita (56,4 - 94,1%), quartzo (0,5 – 36%), caulinita (2 – 18,1%) e hematita (0,5 – 3,6%). O mapeamento através do MLA confirmou domínio mineralógico de goethita com variações de Fe, Al e Si em sua composição, que quando comparadas com micrografia de elétrons retroespalhados, mostram padrão repetitivo de laminações com tonalidades diferentes. A laminação é a principal estrutura com espessura de 0,5 a 1 mm, em arranjos paralelos a subparalelos, com morfologias sinuosas, crenuladas, ou convolutas, contínua ou interrompida por fraturas, que desenha micro domos e micro colunas. O estilo laminado dos *ironstones* é particularmente comum em espeleotemas, geiseritos, tufas calcárias e microbialitos. Descartaram-se as duas primeiras por falta de sustento nas evidências geológicas, e a terceira pela ausência de carbonatos e dominância de goethita. Na busca de assinaturas biogênicas que pudessem sustentar a hipótese microbialítica, estudos de petrografia e MEV revelaram 1) grãos siliciclásticos espalhados e em bolsões, sugestivos de aprisionamento por micro-organismos bentônicos; 2) feições cilíndricas curvas a sinuosas em massas goethíticas com textura nanométrica, com paredes finas (interpretadas como bainhas) e, raramente, possíveis restos de tricomas; 3) esses filamentos ocorrem isolados ou em redes de filamentos sobrepostos; 4) dentro da variedade de texturas da goethita, destaca-se a grumosa, que, aparentemente, por coalescência resulta em peloides de tamanhos e formas irregulares. Esta associação de feições sugere a presença significativa de micróbios (os filamentos) associados a biofilmes (peloides e grumos) no ambiente de deposição dos *ironstones* do Xingu. Assim, postula-se que a goethita impura se precipitou em escala nanométrica sob a influência do desenvolvimento e decomposição de comunidades microbianas bentônicas, presumivelmente com importante participação de ferribactérias em ambiente fluvial. Finalmente, datações obtidas pelo método (U-Th)/He em goethita indicam idades entre 100 e 600 ka, ou seja, a história desses depósitos teria começado, pelo menos, no Mesopleistoceno.

PALAVRAS CHAVE: *Ironstones*; Rio Xingu; Quaternários; Microbialitos; Goethita



O GRUPO CUIABÁ E A SEQUÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR NOVA XAVANTINA NA FAIXA PARAGUAI ORIENTAL

Frugis, G.L., Campos Neto, M.C., Vieira, R.M.A.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: O projeto de doutorado pretende investigar indiretamente o Bloco Paranapanema através de estudos de proveniência sedimentar e magmatismo de rochas encontradas nas faixas móveis adjacentes. A área de estudo encontra-se no extremo leste da Faixa Paraguai, entre os municípios de Nova Xavantina e Barra do Garças e o objeto de estudo são as rochas do Grupo Cuiabá e da Sequência Metavulcanossedimentar Nova Xavantina. Através deste projeto pretende-se responder os principais questionamentos: (i) Que conjuntos, no interior da zona orogênica, possuem afinidades Paranapanema ou Amazonas? (ii) Houve geração de crosta oceânica e formação de arco magmático? Há correlação entre as rochas da Sequência Metavulcanossedimentar Nova Xavantina e o Arco Magmático de Goiás? (iii) Contemporaneidade entre o Grupo Cuiabá e a Sequência Metavulcanossedimentar Nova Xavantina; (iv) Semelhanças e diferenças do Grupo Cuiabá ao longo da faixa; (v) Como o Lineamento Transbrasiliano afeta a relação entre as faixas Araguaia, Paraguai e Brasília. Para tanto serão utilizados os seguintes métodos: U-Pb, Lu-Hf, $\delta^{18}\text{O}$, ETR em cristais de zircão; Sm-Nd, Rb-Sr, elementos maiores, menores e traços em rocha-total, além de levantamento bibliográfico, descrição petrográfica e análise de dados geofísicos pré-existentes. Aqui apresentaremos os primeiros resultados de química elementar em rocha-total, descrição petrográfica das unidades, discussões acerca dos dados geofísicos da região além de um breve apanhado dos dados isotópicos pré-existentes para as unidades estudadas.

PALAVRAS CHAVE: Faixa Paraguai; evolução tectônica; proveniência sedimentar; magmatismo; rift



ESTILO FLUVIAL E PALEOVAZÃO NO REGISTRO GEOLÓGICO

Galeazzi, C.P.; Almeida, R.P.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: O reconhecimento de canais fluviais no registro geológico é de grande importância para reconstruções regionais paleohidráulicas e paleogeográficas, para modelamento de reservatórios e para estimação do input de sedimentos em uma bacia sedimentar, com consequentes implicações para modelamento do preenchimento de bacias. No entanto, critérios disponíveis para a interpretação da escala de antigos sistemas fluviais foram pouco testados e podem apresentar problemas. Para resolver essa questão, recentemente foi desenvolvido um novo método que relaciona o tamanho de scroll bars com a vazão no sistema fluvial da Amazônia. Com resultados positivos, esse método se mostrou uma ferramenta útil para inferência da escala do rio onde em locais onde há scroll bars preservados. Essa pesquisa é uma extensão do trabalho citado, e apresenta dados de tamanho de scroll bars para 80 rios ativos ao redor do mundo, incluindo rios meandранtes, anabranching e entrelaçados, em diferentes climas e contextos geológicos, abrangendo uma grande variedade de vazões para cada estilo fluvial. Os resultados mostram a análise da variabilidade da paleocorrente acoplada à medida do tamanho do scroll bar permite fazer inferências relevantes em relação à escala e à paleovazão do rio que as depositou em locais onde scroll bars encontram-se preservados no registro rochoso.

PALAVRAS CHAVE: estilo fluvial, scroll bars, paleocorrente, paleovazão



GEOLOGIA DO COMPLEXO PETÚNIA

Rafaela Machado Gengo, Renato de Moraes, Vinicius H.A. Louro

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Este trabalho resulta da compilação de dados geológicos da literatura com novos levantamentos de campo e dados aerogeofísicos. A integração dos dados foi feita em ambiente SIG e resultou em um mapa geológico na escala 1:75000 do Complexo Petúnia e região. O Complexo Petúnia está localizado à sul de Passos (MG) e é considerado como domínio alóctone do Complexo Campos Gerais, ambos afloram em janela estrutural entre a *Nappe* de Passos, a norte, e parte do conjunto do Sistemas de Nappes Andrelândia e Socorro-Guaxupé, a sul. O arcabouço estrutural da região consiste no Cinturão de Cisalhamento de Campo do Meio, formado por zonas de cisalhamento transcorrentes distribuídas em padrão anastomosado, entre as mais expressivas da região na área de estudo estão Mumbuca, Bom Jesus da Penha, Cássia-Fortaleza de Minas e Riacho Fundo. No Complexo Campos Gerais são reconhecidas três faixas de direção NW-SE – Mumbuca, Córrego das Almas e Serra do Dondó, formadas por rochas arqueanas a paleoproterozóicas reunidas em terrenos granito-*greenstone* correlacionáveis com unidades do cráton do São Francisco. Para o Complexo Petúnia foram definidas duas faixas – Bom Jesus da Penha, de direção NW-SE, e Jacuí, de direção E-W. Quatro unidades compõem o Complexo Petúnia: (i) *Unidade Serra do Ibituruna*, formada por muscovita quartzito e muscovita – quartzo xisto; (ii) *Unidade Colônia*, formada predominantemente por cianita-estauroлита-muscovita-granada-biotita xisto e muscovita-cianita-granada-biotita xisto e xistos ultramáficos; (iii) *Unidade Petúnia*, formada por epidoto-biotita e hornblenda-biotita gnaisse tonalítico e biotita gnaisse tonalítico a granodiorítico cinzas; e, (iv) *Gnaisse Ribeirão da Conquista*, biotita gnaisse monzogranítico cinza rosado. O contato entre as unidades se dá através de zonas de cisalhamento dúcteis-rúpteis, verticalizadas e lineações de estiramento mineral nas rochas dos complexos Petúnia e Campos Gerais indicam transporte tectônico para WNW. A análise dos mapas gama espectrométricos revelam nítido contraste entre os Complexos Petúnia e Campos Gerais, caracterizados respectivamente por baixas e altas concentrações de radioelementos (U,Th e K), corroborando para que o limite sul do Complexo Campos Gerais seja estabelecido pelas zonas de cisalhamento de Mumbuca e Riacho Fundo, responsáveis pela justaposição do Complexo Petúnia. O padrão estrutural dos complexos Petúnia e Campos Gerais é similar, ambos foram afetados pela ação do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio, assim, sugere-se abandonar os termos autóctone e alóctone para o Complexo Campos Gerais e o Complexo Petúnia passa a ser um terreno independente, que não necessariamente tem relações com o Complexo Campos Gerais.

PALAVRAS CHAVE: tectônica, cráton do São Francisco, terrenos arqueanos



CICLOS DE AGRADAÇÃO E ENTALHAMENTO FLUVIAL ASSOCIADOS A EVOLUÇÃO DE SISTEMAS DE CAVERNAS NO OESTE DA BAHIA, BRASIL

Lucas Padoan de Sá Godinho¹; Ivo Karmann¹; Darryl Granger²

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

²Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Purdue University

RESUMO: Sistemas de cavernas epigênicas, formadas pela recarga da água meteórica, circulação freática relativamente rasa e descarga em níveis de base fluviais locais, abrigam em seu interior importantes registros sedimentares e morfológicos ligados à evolução do relevo, clima e tectônica, e que dificilmente encontram-se bem preservados em bacias de drenagem fluvial em superfície. Esta pesquisa tem como principal objetivo contribuir com o entendimento sobre a origem e evolução de sistemas de cavernas e sua relação com a evolução do relevo e do clima, em uma área cárstica pouco estudada, localizada na bacia do rio São Desidério, região oeste do estado da Bahia, Brasil. Nessa região, o recuo das escarpas recobertas por arenitos cretáceos do Grupo Urucuia, no contexto geomorfológico dos planaltos do Chapadão Central, controla a evolução de sistemas de condutos subterrâneos em calcários neoproterozoicos do Grupo Bambuí, sotopostos aos arenitos. Os estudos foram concentrados em cerca de 20 cavernas, com ênfase para um sistema e um conjunto de cavernas, representativos do carste de São Desidério: sistema João Rodrigues e conjunto Tabocal - Olho D'água. Em ambos, foram realizados mapeamentos geológicos de caverna, nivelamento topográfico de elevação, descrição de depósitos sedimentares, análise do controle estrutural de condutos e datações de soterramento em sedimentos clásticos pelo método OSL (*optical stimulated luminescence*) e datação de espeleotemas subaéreos e subaquáticos pela série ^{238}U - ^{230}Th . No conjunto Tabocal - Olho D'água foram identificadas diferentes fases de deposição fluvial e lacustre que se sobrepõe por contatos erosivos. Esses depósitos se distribuem verticalmente nas cavernas preenchendo condutos volumosos em elevações distintas, caracterizados por baixo gradiente e direção paralela ao acamamento, interpretados como condutos freáticos retrabalhados pelo entalhamento vadoso e por eventos de agradação. Esses condutos são interligados por cânions vadosos estreitos, paralelos ao rumo de mergulho do acamamento, com evidências marcantes de preenchimento sedimentar. A identificação dos pontos que marcam a transição entre paleo-superfícies piezométricas e a zona vadosa, assim como a correlação de elevação entre condutos freáticos amplos em diferentes cavernas, sugere que a rede de condutos evolui formando níveis de cavernas, com períodos de ampliação freática duradoura em estabilidade do nível de base, sucedidos por pulsos de entalhamento vadoso. As idades preliminares obtidas sugerem que os eventos deposicionais clásticos ocorreram em fases climáticas menos úmidas, onde a vegetação reduzida favorece o aumento do aporte sedimentar para o interior de cavernas, causando agradação. Já o entalhamento de cânions e o retrabalhamento de depósitos clásticos anteriores seriam favorecidos durante fases mais úmidas, com rios subterrâneos mais potentes.

PALAVRAS CHAVE: espeleogênese; agradação; entalhamento fluvial; variações climáticas; carste de São Desidério



A POTENCIALIDADE DE FILOSSILICATOS PARA A OBTENÇÃO DE MATERIAIS BIDIMENSIONAIS

Augusto Nobre Gonçalves^{1,2}

¹Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Nanotecnologia, Mackgraph – Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologia, Universidade Presbiteriana Mackenzie

RESUMO: A aplicação da técnica de microclivagem mecânica em grafita, no ano de 2004, permitiu o isolamento do grafeno e concebeu uma nova linha de pesquisa em ciência e tecnologia de materiais: a dos materiais bidimensionais. As implicações científicas da técnica conferiu a seus descobridores a láurea com o Prêmio Nobel de Física de 2010. Este trabalho aborda as ramificações da mineralogia no ramo dos materiais bidimensionais. O grafeno é um material densamente compactado, constituído por uma folha de átomos de carbono com hibridização sp^2 reunidos em estrutura cristalina hexagonal. Foi o primeiro material descoberto com a capacidade de ser supercondutor elétrico à temperatura ambiente, aliando ainda excelente condutividade térmica a elevado módulo de Young e alta transparência. As extraordinárias propriedades dos materiais de baixa dimensionalidade, observadas inicialmente no grafeno, estão correlacionadas ao confinamento sofrido pelos elétrons nas faces externas dos materiais e aos efeitos de superficialidade, em que a maior parte da massa do material se encontra em sua superfície. O modelo se opõe aos sistemas multicamadas dos materiais lamelares tradicionais, cuja massa se localiza fundamentalmente nas porções interinas do material, tornando desprezíveis as propriedades de borda dos cristais. Os filossilicatos possuem estrutura lamelar com folhas individuais cujas ligações químicas são covalentes. As folhas são ligadas entre si por interações mais fracas, permitindo seu rompimento de forma análoga à estrutura da grafita, tornando-os uma classe de minerais estratégica para prospecção de novos materiais bidimensionais. Este trabalho teve como objetivo aplicar diferentes rotinas de esfoliação em espécies minerais pré-determinadas de filossilicatos para a obtenção de materiais finos. Após caracterizá-los foi possível traçar um quadro comparativo entre as propriedades dos minerais espessos e finos e esboçar a potencialidade de aplicação desses materiais esfoliados na indústria. Apesar dos filossilicatos não permitirem a obtenção de materiais bidimensionais *stricto sensu* (com apenas um átomo de espessura), devido ao empilhamento cristalográfico das folhas tetraédricas e octaédricas que os constituem, em escala nanométrica (com ao menos uma dimensão com menos de 100 nm), eles apresentam confinamento eletrônico e elevada energia superficial típica dos materiais bidimensionais. Dessa forma, foi possível constatar que, assim como há aplicações tecnológicas para grafitas nanométricas – e não somente para o grafeno monocamada –, também existe aptidão dos filossilicatos nanométricos para composição de heteroestruturas com aplicações industriais.

PALAVRAS CHAVE: Filossilicatos, Cristalografia, Materiais bidimensionais, Nanotecnologia mineral, Mineralogia industrial



O RESGATE DA COLEÇÃO DE MINERALOGIA DO PROFESSOR ALFRED COWNLEY SLATER

Augusto Nobre Gonçalves^{1,2,3}, Helen Yara Altimeyer³, Karina de Barros³, Anderson Gomes Santana³

¹ Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Nanotecnologia, Mackgraph – Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologia, Universidade Presbiteriana Mackenzie

³ Centro Histórico e Cultural Mackenzie, Universidade Presbiteriana Mackenzie

RESUMO: O professor Alfred Cownley Slater, Bacharel em Ciências pela *Victoria University* (atualmente *University of Leeds*), tendo sido contratado em 1903 para lecionar as disciplinas de geociências do Mackenzie College, à época sob regência da *State University of New York*. No início do século XX o Mackenzie College possuía três cursos de bacharelado: o Clássico (ou de Letras), o Científico (ou de Ciências) e o de Engenharia Civil, sendo que todos possuíam em suas grades o oferecimento de disciplinas obrigatórias de Ciências da Terra. Ao longo de sua carreira o professor Slater conquistou o título de deão da universidade e foi corresponsável pela abertura do curso de Química Industrial, um dos primeiros na formação de químicos do país. Para o ensino das geociências, o professor participou da inauguração e da organização dos primeiros anos de funcionamento do Laboratório de Mineralogia que recebeu sua coleção pessoal de minerais, rochas e fósseis em adição ao material disponível na escola desde o século XIX. Este trabalho tem como objetivo o resgate das amostras e equipamentos disponíveis no antigo Laboratório de Mineralogia para a composição de coleção museológica definitiva no Centro Histórico e Cultural Mackenzie. O acervo do Laboratório de Mineralogia recebeu a doação de material por diversos colaboradores em meados do século XX, ganhando importância museológica, além de manter-se como recurso didático na formação dos alunos do Mackenzie. A partir de 1952, com a elevação da instituição ao nível de Universidade e o falecimento do professor Slater em 1958, o Laboratório de Mineralogia passou gradualmente a perder sua funcionalidade dentro das novas diretrizes de funcionamento da instituição e foi progressivamente desmontado. A maior parte da coleção e equipamentos acabou sendo realocada para almoxarifados e outros espaços desocupados do *campus*, perdendo parte de sua identificação e sendo submetida à degradação natural pelo tempo. Desde 2017, porém, com o reestabelecimento do Laboratório de Geologia na Universidade Presbiteriana Mackenzie e o trabalho contínuo de preservação da história da instituição realizado pelo Centro Histórico e Cultural Mackenzie, as amostras, equipamentos e mobiliário originalmente pertencentes ao Laboratório de Mineralogia passaram a ser resgatados e restaurados. O intuito é organizar uma nova e definitiva coleção museológica, e, paralelamente, fomentar o Laboratório de Geologia com mais recursos didáticos provenientes do acervo.

PALAVRAS CHAVE: Mineralogia, Museologia, Coleções didáticas, Ensino de geociências, História da ciência



ABORDAGEM ESCALONADA PARA DETERMINAÇÃO DE ASSINATURAS QUÍMICAS DE HIDROCARBONETOS EM VAPORES DO SOLO: BAIRRO RESIDENCIAL VOLTA GRANDE IV, VOLTA REDONDA, RJ, BRASIL

José Carlos Rocha Gouvêa Júnior, Reginaldo Antônio Bertolo

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Análises ambientais convencionais em amostras de solo e de vapores subsuperficiais, possibilitam a determinação e a quantificação de um grupo limitado de hidrocarbonetos. Muitas vezes este tipo de análise não permite diferenciar fontes de contaminações subsuperficiais daquelas associadas ao uso de produtos de consumo no interior de edificações ou ao *background* ambiental atmosférico. Para possibilitar uma melhor compreensão quanto a natureza, origem e idade das contaminações por hidrocarbonetos, em diferentes matrizes ambientais, métodos específicos para a determinação de assinaturas químicas foram desenvolvidos nas últimas duas décadas. Devido a crescente necessidade da identificação de fontes de contaminações em cenários complexos, envolvendo a presença de múltiplas fontes de contaminação, o foco das pesquisas concentrou-se no desenvolvimento de abordagens analíticas flexíveis, aplicadas de forma escalonada, que facilitam a análise composicional detalhada pela aplicação de GC/MS, GC/FID e outras técnicas analíticas, que determinam uma ampla gama de hidrocarbonetos de petróleo individuais. Neste contexto, o desenvolvimento da abordagem escalonada é baseado na análise da composição de derivados de petróleo, carvão e subprodutos originados pelo processo de combustão, e o comportamento cromatográfico dos constituintes maiores e menores de cada uma dessas assembleias. Por exemplo, foi desenvolvida a análise PIANO forense, que possibilita a identificação de até 1000 hidrocarbonetos voláteis diferentes, divididos em 5 classes de compostos principais (n-Parafinas, Iso-Parafinas, Aromáticos, Naftalenos e Olefinas). Para investigar a origem de hidrocarbonetos presentes no solo e nos vapores subsuperficiais do Bairro Residencial Volta Grande IV, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) realizou, de forma inédita, um estudo geoforense, baseado no uso de uma abordagem escalonada para a determinação de assinaturas químicas. O objetivo da avaliação geoforense foi diferenciar assinaturas químicas relacionadas a presença de resíduos compatíveis com a atividade siderúrgica, daquelas contaminações associadas ao background urbano típico. Nas amostras de solo, foram analisados Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP), HTP *fingerprint*, Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) e biomarcadores, e, nas amostras de vapores do solo, foram analisados COVs (método TO-15) e PIANO (método TO-15 modificado). Os resultados indicaram que o solo da porção leste do Bairro VGI V apresentou assinaturas químicas similares ao alcatrão de hulha; compatível com resíduos de origem siderúrgica, e as amostras coletadas nas demais regiões apresentaram assinatura química compatível com gasolina não degradada, asfalto degradado e fuligem urbana, compatíveis com um cenário típico de ocupação urbana. Resíduos siderúrgicos foram detectados e delimitados apenas na região leste do Bairro (cerca de 10% da extensão total da área avaliada), em uma camada contínua de 1,5 m de espessura, posicionada a 1,5 m de profundidade.

PALAVRAS CHAVE: Geoforense, PIANO, Assinaturas Química de Hidrocarbonetos, Intrusão de Vapores



CADEIAS DE MARKOV APLICADAS À DEFINIÇÃO DE CAMADAS LITOLÓGICAS PARA MODELOS DE FLUXO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Rodrigo Maciel Grossi, Alexandra Vieira Suhogusoff, Luiz Carlos Kauffman Marasco Ferrari
Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Modelos numéricos de fluxo de águas subterrâneas são importantes por sua aptidão em lidar com o grande número de variáveis envolvidas na gestão de recursos hídricos de bacias hidrográficas. Em específico à definição de sua componente litoestratigráfica, tanto a densidade dos poços de observação (em relação à dimensão e complexidade da área física que se pretende modelar), quanto o método de processamento e disposição final das litologias identificadas a diferentes profundidades [nestes poços] são elementos que controlam a qualidade de qualquer modelo. Como únicos instrumentos de acesso direto às informações de um aquífero em projetos de investigação ambiental, e no também comum cenário da má distribuição de seus poços de monitoramento, bombeamento e de sondagens, pode-se chegar à inadvertida definição do arcabouço lito-estratigráfico onde se processa as simulações de fluxo, e em extensão à possíveis inconsistências nas previsões finais de um solução numérica como um todo. Neste contexto, discute-se a aptidão das Cadeias de Markov como forma de interpretar e interpolar testemunhos de sondagem não só em camadas, mas também como pacotes de dados de variada continuidade espacial, assim como suas possíveis interconexões [destas camadas] no plano cartesiano. Em destaque, procura-se cristalizar os entendimentos do algoritmo Tprogs (*Transitional Probability Software* do programa *Groundwater Modelling GMS* Aquaveo / USGS ModFlow), que se mostra inovador ao adaptar às probabilidades de transição, o conceito de caminhamento derivado do variograma experimental da geoestatística clássica. Além das possibilidades de manipulações quantitativas (em 3D) de seus ponderadores de krigagem, contra a recorrente subjetividade empregada nos necessários ajustes (ou correções em pós-processamento) de tradicionais procedimentos de interpolação, Tprogs busca hidrofácies que preservem ordens de recorrência entre si, em uma proposta que procura replicar fenômenos espaciais como a ciclicidade natural do acúmulo de sedimentos subordinados a fenômenos de deposição atuantes ao longo do tempo geológico. No contexto da geoestatística de fácies descontínuas, Cadeias Markov, por seu caráter semi-estocástico, mostram-se úteis na administração de incertezas inerentes a ambientes geológicos de elevada heterogeneidade. Ao discutir tanto sua fundamentação matemática, quanto os aspectos geológicos conceituais necessários à implementação do algoritmo Tprogs a um problema prático, no caso da gênese deposicional e disposição de fácies sedimentares do sistema de leques aluviais formados na região de Guarulhos, São Paulo, esta pesquisa tem conseguido expandir, de maneira criteriosa, a heterogeneidade observada na base de dados para fora do domínio [estruturado] da região amostrada. Desta maneira, colocando-se em defesa da abordagem estocástica ou probabilística (ante a mais comum abordagem determinística) como forma de administração de incertezas durante a fase de definição do bloco-diagrama a ser empregado nas simulações numéricas de fluxo.

PALAVRAS CHAVE: Litoestratigrafia; Interpolação; Geoestatística; Probabilidades de Transição



RESTRIÇÃO MARINHA NO INTERIOR DE GONDWANA OCIDENTAL DURANTE O FINAL DO EDIACARANO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE DADOS $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ E U–Pb DO GRUPO BAMBUÍ

Cristian Guacaneme¹, Marly Babinski¹, Carolina Bedoya–Rueda¹, Gustavo M. Paula–Santos²,
Sergio Caetano–Filho¹, Ricardo I.F. Trindade³

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

²Instituto de Geociências, Unicamp

³Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, USP

RESUMO: A reconstrução dos ambientes sedimentares marinhos no Ediacarano é um desafio quando se estudam bacias intracratônicas que são frequentemente restritas e mostram sinais geoquímicos e isotópicos locais ou regionais. Este é o caso do Grupo Bambuí, uma sucessão carbonática–siliciclástica associada a uma bacia tipo *foreland* no centro–leste do Brasil, representando uma transgressão marinha sobre o Cráton do São Francisco, na parte interna da Gondwana Ocidental durante o final do Neoproterozoico e início do Cambriano (Bacia do São Francisco). Novos dados estratigráficos em carbonatos do Grupo Bambuí na parte central da bacia permitem posicionar variações laterais de razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ entre 0.7074 e 0.7140 na base (carbonato de capa) e parte intermediária–superior da Formação Sete Lagoas, que representam influência de água doce e alteração pós–deposicional devido à percolação de fluidos. No entanto, as razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ menos alteradas e representativas do ambiente deposicional são identificadas em dois níveis estratigráficos específicos do Grupo Bambuí. O primeiro intervalo se posiciona na parte intermediária da Formação Sete Lagoas, entre a capa carbonática e o salto isotópico de $\delta^{13}\text{C}$, e mostra uma diminuição das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0.7098 a 0.7075, que logo mantém certa estabilidade entre 0.7075 e 0.7076, acompanhado de concentrações anômalas de Sr entre 500 e 4000 ppm. O segundo intervalo compreende a parte superior da Formação Sete Lagoas e a Formação Lagoa do Jacaré, e mostra razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ entre 0.7074 e 0.7080, com valores extremamente positivos de $\delta^{13}\text{C}$, chegando até +16‰. Estes dados confirmam um ambiente sedimentar marinho em condições tectônicas restritas devido à discrepância das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pouco radiogênicas entre 0.7074 e 0.7080 obtidas nos carbonatos do Grupo Bambuí e daquelas propostas para o oceano global no final do Ediacarano, ao redor de 0.7085. As novas idades U–Pb de 560 Ma em zircões detríticos estabelecem a idade máxima de deposição da base da Formação Sete Lagoas (suportada pelo fóssil *Cloudina* de 553–541 Ma) e sugere uma sedimentação contínua do Grupo Bambuí no final do Ediacarano e início do Cambriano sem hiato deposicional, ao contrário do que tem sido sugerido na literatura. Isto é coerente com o soergimento tectônico dos cinturões orogênicos Brasília e Araçuaí nas margens do cráton durante o final do Ediacarano, alterando o regime geoquímico marinho, favorecendo a composição pouco radiogênica das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e preservação de valores de $\delta^{13}\text{C}$ positivos nos carbonatos. Os resultados obtidos sugerem que o ambiente marinho restrito no interior de Gondwana Ocidental poderia ter funcionado como um obstáculo para a diversificação da vida marinha no limite Ediacarano–Cambriano.

PALAVRAS CHAVE: Ediacarano, razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, geocronologia U–Pb, bacia restrita



THE BASAL VOLCANIC BRECCIAS IN THE CAXIAS DO SUL SUBTYPE (PARANÁ MAGMATIC PROVINCE): EVIDENCE FOR AN EXPLOSIVE START?

Letícia Freitas Guimarães¹; Adrian Hornby²; Ulrich Kueppers²; Adriana Alves¹; Valdecir de Assis Janasi¹; Donald Bruce Dingwell²; Evandro Fernandes de Lima³

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²Department Für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). München, Deutschland

³Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil

RESUMO: Volcanic breccias result from a wide range of fragmentation processes that may occur under intrusive, effusive and explosive conditions. Constraining the mechanisms responsible for the generation and emplacement of volcanic breccias requires a non-trivial synthesis of careful textural and petrological description and field associations. In this work textural analysis on volcanic breccias related to the initial phase of the silicic magmatism in the region of São Marcos (southern Brazil), Paraná Magmatic Province, aimed at elucidate the eruptive dynamics, a topic still intensely debated in this Province. The volcanic breccias are matrix-supported, coarse grained and poorly poorly sorted with angular to rounded fragments dispersed in a fine-grained matrix. The juvenile fragments are dense to pumiceous, massive to banded dacites; lithic fragments were not recognized. Grain size distribution analysis (GSD) was carried out on 3 samples located within the fissural conduits zone (SM-82_Br01; SM-82_Br02; SM-82_Br04), where these rocks are better preserved, and on a single outcrop outside but adjacent to this zone (SM-01). The dacitic breccias showed maximum measured clast sizes ranging between -8 and -9.5 ϕ (256 – 725 mm) and the smallest recognized sizes varying between -3 and 1.5 ϕ (8 – 0.4 mm); however, due to the resolution limit of the photographs and the weathered condition of the matrix, our analysis do not include the fine fragments that constitute the matrix. The GSD fractality could be quantified by a single power law for all samples, with low to moderate D values (up to 2.3), suggesting low eruptive energies. Vesicle size distribution (VSD) and the axial ratio, form factor, roundness and solidity for both clasts and vesicles were measured on the 3 samples from the conduits zone. The breccias are characterized by low vesicularity clasts, with median vesicle area fractions around 5% for all samples, but pumiceous clasts with up to 43 area% are found. VSDs are represented by single exponential curves, concave upwards for all samples, with vesicles becoming more deformed/complex with increasing size, suggesting a single continuous process of vesicle nucleation and/or growth under unstable flow regime. Regarding the fragments shape parameters, all the samples have high values of solidity, and a positive correlation of roughness and angularity with fragment size was recognized, suggesting the occurrence of secondary fragmentation processes, although field evidence, in accordance with the inferences from GSD and fractal analysis, characterizes proximal deposits. Based on a comparison of the set of characteristics described here with several types of effusive and explosive volcanic breccias, we propose a block and ash flow source for these breccias, and develop a model where shallow magma migration and storage under a fissural conduit system can lead to the formation and collapse of lava domes.

PALAVRAS CHAVE: textural analysis, volcanic breccias, Paraná Magmatic Province, block and ash deposits



FÁBRICAS CORTICAIS EM OOIDES DA FORMAÇÃO TAMENGO, FAIXA PARAGUAI SUL: EVIDÊNCIAS DE SEDIMENTAÇÃO ARAGONÍTICA EM AMBIENTES RASOS NO FINAL DO EDIACARANO

Juan Camilo Gómez Gutiérrez¹, Sergio Caetano-Filho¹, Kamilla Borges Amorim², Marly Babinski¹, Ricardo Trindade³.

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

²Faculdade de Geociências, UFMT

³Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, USP

RESUMO: O Grupo Corumbá representa um dos mais completos registros sedimentares do Ediacarano na América do Sul, com afloramentos de rochas siliciclásticas e carbonáticas ao longo da Faixa Paraguai Sul. Estas rochas contêm um rico conteúdo fossilífero, com ocorrências dos primeiros organismos com estruturas biomineralizadas (*Cloudina* sp.). Os dados geoquímicos e isotópicos dos carbonatos mostram as condições geoquímicas do ambiente marinho de águas rasas onde foram depositados. Amostras foram coletadas em 138 metros de seção, na qual carbonatos oolíticos, margas e folhelhos negros ocorrem em camadas com estratificação cruzada hummocky. As características sedimentológicas sugerem que estas rochas foram depositadas em ambientes de barras oolíticas paralelas à linha de costa, na porção interna-média de uma rampa carbonática que estava sob a ação de correntes e ondas de alta energia. Análises petrográficas detalhadas foram realizadas nos componentes do arcabouço e análise de FRX em rocha total em todas as amostras coletadas. As análises petrográficas mostram dissolução móldica seletiva de alguns componentes do arcabouço e texturas laminares concêntricas ao redor do núcleo dos ooides com cristais de calcita dispostos de forma tangencial. As concentrações de Sr mostraram valores homogêneos menores que 1000 ppm nos primeiros 35 metros de seção, porém, acima desse intervalo e até o topo, há um aumento significativo com teores que podem chegar até 5000 ppm. Este aumento nos teores de Sr é acompanhado pela ocorrência de fragmentos retrabalhados de *Cloudina*. As texturas indicativas em ooides e a dissolução seletiva de grãos do arcabouço sugerem precursor aragonítico na precipitação desses componentes, que foram rapidamente substituídos por calcita. As altas concentrações de Sr podem ser um reflexo da descarga de fluxos enriquecidos neste elemento provenientes do aumento de intemperismo continental e/ou aumento das taxas de precipitação de aragonita acima da linha de saturação de Ca^{2+} deste oceano estratificado. As observações sedimentológicas e geoquímicas dos estratos que apresentam fragmentos de *Cloudina* na Formação Tamengo e outras sequências no mundo sugerem que o oceano no final do Ediacarano era altamente alcalino. Se isso estiver correto, as altas concentrações de Ca^{2+} na água dos ambientes marinhos podem ter permitido o advento da biomineralização carbonática em animais, devido à maior disponibilidade desse elemento nos processos biogeoquímicos. A presente investigação contribui para o conhecimento das condições geoquímicas presentes nos ambientes marinhos rasos da rampa carbonática onde as rochas da Formação Tamengo foram depositadas e suas implicações no desenvolvimento das comunidades biológicas que evoluíram no final do Ediacarano.

PALAVRAS CHAVE: Ediacarano, rampa carbonática, carbonato oolítico, oceano alcalino



INVESTIGAÇÃO E REABILITAÇÃO DE AQUÍFERO DE ROCHAS FRATURADAS CONTAMINADO POR FONTES MÚLTIPLAS DE COMPOSTOS ORGANOCOLORADOS

Sasha Tom Hart, Reginaldo Bertolo

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Diversas regiões no Brasil e no mundo apresentam contaminação por compostos organoclorados cuja fonte poluidora, ou fontes poluidoras, ainda são desconhecidas. O uso destas substâncias foi amplamente difundido no século passado (para fins diversos de desengraxe, limpeza, entre outros) sem cuidados adequados relativos à sua toxicidade e os impactos ambientais. As áreas designadas para uso industrial tipicamente concentram diversos locais com potencial deste tipo de contaminação, por vezes só reconhecidos quando da mudança de uso do solo ou exposição de receptores. O sucesso do gerenciamento de áreas contaminadas (seja na fase de identificação, reabilitação ou reparação) passa pela devida identificação e entendimento da fonte poluidora, ou fontes poluidoras. A área de estudo localiza-se em área industrial da Região Metropolitana de São Paulo, próximo de residências e de corpos de água superficial. Trata-se de uma área industrial que vem sendo alvo de atividades de investigação, remediação e monitoramento há cerca de 20 anos. Os Modelos Conceituais elaborados anteriormente serão retrabalhados e apresentados em formato 4D usando software de Modelagem Geológica Implícita. O Modelo será atualizado usando ferramentas de investigação em rochas fraturadas, análise isotópica, entre outras.

PALAVRAS CHAVE: Fontes múltiplas, modelos conceituais, modelagem geológica implícita, investigação em rochas fraturadas, análise isotópica



CHRONOLOGY AND THERMO-TECTONIC EVOLUTION OF THE EASTERN SECTOR OF THE PATOS SHEAR ZONE (BORBOREMA PROVINCE, NE BRAZIL)

Juan Sebastián Hernández-González, Carlos José Archanjo, Renato de Moraes
Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

ABSTRACT: The Patos Shear Zone (PSZ) is an important crustal structure of the Borborema Province (NE Brazil) resulting from the intense crustal remobilization due to the Neoproterozoic collision of cratons (West African, Congo-São Francisco). Shearing and milonitization of the regional rocks was accompanied by crustal melting and the emplacement of syn-kinematic granitic plutons (Solânea Batholith), local development of granulites, followed by the localization of deformation and the formation of green-schist facies mylonites. Recent geochronological data suggest that the syn-kinematic magmatism of the central sector of the PSZ is younger than the metamorphic peak of the adjacent metapelitic belts, suggesting that the deformation of the PSZ was localized even at high temperature. In this project, we will investigate the deformation processes associated to partial melting, cooling and subsequent exhumation of the structure combining field observations, aeromagnetic and gamma-spectrometric maps, that are the basis for the structural models related to the emplacement of granitic dikes and plutons. Applying the anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) technique, we pretend to establish the tectonic links between the emplacement of the granitic plutons (Solânea Batholith) and the formation of high-T mylonites. Additionally, we will complement the structural study with mineral chemistry of the rocks to estimate the P-T conditions that occurred during the magmatism. Furthermore, we will complement the structural study with $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method to date the exhumation and apply U-Pb results in monazite for estimation of the metamorphic peak supported with the development of pseudo-sections. Finally, integrating all analytical techniques we intend to shed light in the tectonic history of eastern PSZ as well establish the basis for correlation of the structures between the northeastern Brazil and the western Africa.

KEYWORDS: Patos Shear Zone (PSZ), Borborema Province, magmatism, metamorphic peak, mylonite



ISOTOPIC GEOCHEMISTRY AND GEOCRONOLOGY OF GRANITES OF THE REAL CORDILLERA OF BOLIVIA

Iriarte A. R., Cordani U.G.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

ABSTRACT: The Huayna Potosí, Zongo and Taquesi are Triassic plutons located at the core of the Real Cordillera of Bolivia. For this work, several Rb-Sr and K-Ar dates made in the past at the São Paulo geochronology laboratory, yet unpublished, will be presented, along with newer U-Pb SHRIMP and Sm/Nd isotopic analyses presently made in the same laboratory, allowing us to redefine the geologic story of this part of the Central Andes. Rb/Sr analyses of low grade metapelitic country rock of the early Paleozoic (Amutara and Cancañiri Formations) yielded a Rb-Sr isochron age of 344 ± 38 Ma, indicating the action of an early Gondwanide regional event. A five-point Rb-Sr isochron from an outcrop of granite of the Huayna Potosí pluton yielded an age of 224 ± 28 Ma. Newer U-Pb SHRIMP zircon ages of about 221 Ma were encountered on two other granitic outcrops of the same granite, confirming its Triassic crystallization age, and a similar U-Pb SHRIMP age of 221.9 ± 1.5 Ma was encountered for one sample of the Taquesi pluton. For the Zongo pluton many of the zircon grains obtained from one sample of foliated facies yielded extremely high uranium content (up to 2%), which produced reverse discordant apparent ages. These “anomalous” zircons have dark U-rich rims surrounding white inherited cores of normal U content. We interpret this U enrichment as a late petrogenetic process that happened in this pluton. Its crystallization age is taken from two concordant but imprecise U-Pb SHRIMP ages of 220 ± 20 Ma. Important Ar loss in micas was detected in the Zongo granitoids and their country rocks, recording a thermal event that opened this isotopic system in the Oligocene, during the Andean Orogeny. Finally, U-Pb ages of inherited zircon xenocrysts yielded very different ages, many of them related to magmatic Andean episodes, with Neoproterozoic peaks and several others to much older Proterozoic events. These ages are combined with Sm/Nd isotopes whose negative Epsilon values and respective model ages suggest also reworking of older Proterozoic basement.

KEYWORDS: Granites, Real Cordillera, zircon, SHRIMP



EVOLUÇÃO DOS TERRAÇOS FLUVIAIS DO MÉDIO RIO TOCANTINS, MARABÁ, PA

Jesus, J.S.; Pupim, F.N.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: O Médio rio Tocantins na região de Marabá destaca-se pela diversidade fisiográfica de seus depósitos sedimentares, que resultaria de mudanças na dinâmica fluvial. Esta região é conhecida como o Paleocanal do rio Tocantins e Bico do Papagaio devido a sua expressão geomorfológica atípica caracterizada por paleocanais, paleoleques aluviais, extensos lagos ativos e inativos inseridos em terraços e ampla planície de inundação. Os estudos dos sistemas fluviais na Região Hidrográfica Amazônica estão concentrados na região oeste, contudo, ainda não existe consenso entre os pesquisadores sobre quais fatores têm condicionado a dinâmica sedimentar nessa região. Nesse contexto essa pesquisa tem como escopo estudar os depósitos fluviais da região do Paleocanal do rio Tocantins, para avaliar o efeito das mudanças climáticas na dinâmica hidrossedimentar e na evolução geomorfológica do vale do médio rio Tocantins durante o Quaternário Tardio. A escolha da área de estudo deve-se à: 1) Esse trecho do rio Tocantins recebe água e sedimentos de bacia hidrográficas que drenam áreas de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, assim, seus depósitos sedimentares têm grande potencial para registrar flutuação nesses ambientes durante o Quaternário Tardio; 2) A existência de uma lacuna de estudos que abordam a evolução geomorfológica do sistema fluvial formado pela bacia hidrográfica dos rios Tocantins-Araguaia, que constituem o maior sistema fluvial da região leste da Amazônia. Trata-se da primeira análise detalhada dos depósitos sedimentares quaternários na área, e oferece uma visão sobre os processos geomorfológicos e sedimentológicos que moldaram a paisagem dessa região. O mapeamento em escala de 1:100.000 com detalhamento morfossedimentar, e relativa reconstrução espaço-temporal, indicam pelo menos cinco tipos de diferentes ambientes sedimentares: (I) canal, (II) lagos, (III) planície fluvial, (IV) terraços fluviais e (V) paleoleque aluvial. A presença de pelo menos quatro níveis de terraços fluviais sugere a alternância de fases de agradação e incisão durante a formação da paisagem, que parecem estar relacionadas a mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário tardio. Datações OSL, iniciais, registram idades entre 31.100 ± 2.600 a 601 ± 42 anos, sugerindo que a deposição dos depósitos fluviais estudados teve início pelo menos no Pleistoceno Tardio. O depósito interpretado como paleoleque apresenta idade OSL entre 31.100 ± 2.600 e 13.600 ± 1.700 anos. Os terraços fluviais são caracterizados por feições de paleolagos, paleocanais e paleodiques preservados na superfície. Seus depósitos são constituídos por fácies predominantemente arenosas com mudança gradual para o topo argiloso e apresentam idades entre 16.700 ± 1.160 e 10.300 ± 821 anos. Os depósitos que constituem a planície de inundação moderna do rio Tocantins possuem idades inferiores a 1.200 ± 90 anos. A presença de pelo menos quatro níveis de terraços fluviais sugere a alternância de fases de agradação e incisão durante a formação da paisagem, que parecem estar relacionadas a mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário tardio. A confirmação dessa hipótese ainda depende da integração de dados aqui apresentados com mais dados geocronológicos que possibilitem a determinação da idade dos depósitos sedimentares e sua correlação com o contexto regional das mudanças climáticas e seu impacto nos sistemas fluviais do leste da Amazônia.

PALAVRAS CHAVE: Fluvial geomorphology, Dating OSL, Tocantins, Marabá, Amazon



AREADO GRANITE-MIGMATITE UNIT: EVIDENCE FROM THE PALEOPROTEROZOIC BASEMENT OF THE SOUTHERN BRASÍLIA OROGEN

Eduardo Lopes Julião, Leonardo B. L. Lopes, Frederico M. Faleiros, Rafael G. Motta, Renato de Moraes

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

ABSTRACT: The Alfenas and Areado (MG) region hold meta-igneous rocks, usually associated with rocks of the infrastructure, which represents the basement of kyanite-bearing granulites from Três Pontas-Varginha nappe. This unit corresponds to a meta-syenogranite that passed through intense metamorphism, deformation and partial melting, leading to the formation of a patch metatexite and stromatic diatexites. This study uses petrography, coupled with modal analysis, whole-rock geochemistry, structural geology, quartz c-axis data, zircon dating and trace elements chemical analysis in quartz and titanite. The main goals of this research are: determine the temperatures of metamorphic peak and leucosome deformation, and understanding the causes for different patterns of metamorphism, deformation and degrees of anatexis. The meta-syenogranite has inequigranular blastoporphroid texture, with plagioclase enveloped by garnet and xenoblastic K-feldspar; it rarely presents leucosome veins with idioblastic hornblende. The hornblende-garnet metatexite is inequigranular, porphyroclastic, with idioblastic hornblende in the leucosome and K-feldspar porphyroclasts, garnet and two different types of titanite in the residuum. The biotite stromatic diatexite exhibits mylonitic foliation marked by the melanosome composed of biotite, titanite and epidote. This rock also shows two quartz recrystallization textures in different structures. Due to the occurrence of relicts of igneous feldspar porphyroclasts on the migmatites and similar accessory minerals in all three rocks, we state that the meta-syenogranite is the protolith of the migmatites, as observed in the field, as well. The presence of idioblastic hornblende in the leucosome, along with a diffusive contact between leucosome and residuum, it is inferred that water influx caused the different degrees of partial melting and deformation, but the source of the water is still unknown. Structural data, together with geological cross-sections, allow us to interpret that the major mylonitic foliation follows the thrust patterns. Two different deformation temperatures were calculated with the quartz c-axis thermometer, one between 775-863 °C and other in 546-642 °C, inside 8-10 kbar pressure interval. These intervals corroborate with Zr-in-titanite data, that is 660-693 °C for idioblastic crystals and 784-808 °C for xenoblastic grains. The TitaniQ thermobarometer shows geological unrealistic results when compared to the other methods, resulting in a metamorphic peak at 25 kbar. This happened possibly because of the low Ti-activity, making challenging the application of this thermometer. Reducing the titanium activity, as suggested in the literature, caused a shift of the equilibrium curves, and matched the TitaniQ results with the low-temperature titanite crystals analysis. In addition, the xenoblastic titanite results might be overrated due to its association with zirconium-rich allanite. The meta-syenogranite presents an absolute age of 2.07 Ga, and its tectonic meaning must be clarified further on. We propose to call these rocks as Areado Granite-Migmatite unit, even if it was already mapped as Gaspar Lopes Orthogneiss. Future analysis shall include zircon dating of the metamorphism and cathode-fluorescence on quartz to understand the variation of titanium concentration.

KEYWORDS: Metamorphism, quartz c-axis, thermobarometry, water-influx partial melting



ESTUDOS TECTÔNICOS E GEOCRONOLÓGICOS NO GRUPO ESTRONDO DO CINTURÃO ARAGUAIA

Kuberek, N.T.; Cordani, U.G.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Os Cinturões Bassarids, Rokelides, Gurupi e Araguaia são considerados como originados em um ambiente tectônico intraplaca. Esses Cinturões podem ser interpretados como formados a partir de bacias originadas na abertura de aulacógenos, localizados entre os crátons Oeste Africano e Amazônico. Em uma reconstrução pré-drifte o Cinturão Araguaia é frequentemente correlacionado com os Rokelides pois ambos possuem direções estruturais similares e virtualmente a mesma idade para o evento tectonotermal responsável pelas suas configurações finais. O cinturão Araguaia possui duas unidades principais: as rochas metassedimentares de baixo grau associadas a corpos máficos e ultra-máficos do Grupo Tocantins a oeste, e os gnaisses de médio a alto grau do Grupo Estrondo a leste, que cavalga sobre o grupo anterior. O contexto tectônico do Cinturão Araguaia implica que existia uma bacia que foi fechada entre o Cráton Amazônico a oeste e o Bloco Parnaíba a leste. Este Bloco é estimado a partir de dados geofísicos e estruturais. Um controle geocronológico mais robusto é necessário para o Cinturão Araguaia. Considerando que os Cinturões Bassarides, Rokelides, Gurupi e Araguaia são intracontinentais e formados a partir de uma evolução tectônica de um sistema de aulacógenos, conseqüentemente, as suas histórias tectônicas devem preceder a colisão entre os Crátons Amazônicos e São Francisco-Congo ao longo do corredor Transbrasiliano. Essa conclusão é sustentada pela evidência que estruturas lineares do Transbrasiliano trunca os trends estruturais norte e sul do Cinturão Araguaia. A origem dos esforços relacionados com a inversão tectônica e fechamento desses cinturões são muito pouco entendidos. Como uma tentativa de especulação, pode-se atribuir esses eventos, pelo menos parcialmente, a ajustamentos distantes de placas acompanhados por sucessivos estágios do fechamento do oceano Goiás-Farusiano ao longo do lineamento Transbrasiliano-Kandi.

PALAVRAS CHAVE: Cinturão Araguaia, Grupo Estrondo, Geocronologia, Tectônica



ANÁLISES MICROESTRUTURAIS DE ZONAS DE CISALHAMENTO EM UM SOLO RESIDUAL

Lemos, M.B.¹; Marinho, F.A.M.¹; Ulsen, C.²

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

² Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo – EP-USP

RESUMO: O presente trabalho descreve e avalia as microestruturas presentes em zonas de cisalhamento geradas em ensaios triaxiais em um solo residual. O solo utilizado foi coletado na Zona Oeste do Município de São Paulo, no campo experimental de geotecnia da Universidade de São Paulo e é proveniente da decomposição de gnaisses migmatíticos do Complexo Embu, pertencente ao embasamento cristalino no município de São Paulo. Foram realizados ensaios triaxiais convencionais e multi-estágios, ambos adensados anisotropicamente e cisalhados na condição não drenada (CAU). Após o cisalhamento, as amostras foram caracterizadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Os ensaios triaxiais foram realizados em diferentes tensões efetivas e paralisados em diferentes graus de deformação, e por isso, foi possível avaliar a influência da tensão confinante efetiva e do grau de deformação nas estruturas de cisalhamento formadas. Em cada uma das amostras cisalhadas, foi possível observar o plano de ruptura e sua relação com as estruturas adjacentes. Foram descritos indicadores cinemáticos, como aglomerados minerais alongados (grumos) e estruturas s-c. Em relação à influência da tensão confinante efetiva, observou-se formação de estruturas de cisalhamento distintas nas amostras submetidas à níveis de tensões diferentes. Nas amostras cisalhadas com tensões confinantes efetivas menores observou-se maiores modificações na textura do entorno do plano de ruptura, com presença de lineações e mudanças na foliação da amostra tanto no entorto quanto no interior do plano de ruptura. Já nas amostras submetidas a maiores tensões confinantes efetivas, houve maior presença de fissuras associadas à de zonas de cisalhamento conjugadas menores. Foram identificadas zonas sintéticas e antitéticas de Riedel (R e R'). Por fim, no ensaio multi-estágio, que foi interrompido no pico da tensão desviadora, observou-se que já ocorre formação de plano de ruptura, porém, apresenta-se pouco desenvolvido, pouco espesso e sem evidências deslocamento das estruturas adjacentes ao plano. Este estudo demonstra que as zonas de cisalhamento de solos são geradas por mecanismos de ruptura complexos, que são influenciados por diversos fatores, tais como, estado de tensões, heterogeneidade do solo e presença de água. Estudos complementares são necessários para a melhor compreensão destes mecanismos, que são essenciais para o aprimoramento de modelos constitutivos de solos.

PALAVRAS CHAVE: Mecanismos de Ruptura em Solos; Zonas de Cisalhamento; Solo Residual; Resistência ao Cisalhamento de Solos



SUBDUÇÃO PLANA E SUAS IMPLICAÇÕES GEOLOGICAS

Daniel do Valle Lemos-Santos¹; Wilson Teixeira¹; Gilda Colo²

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

RESUMO: Subducção plana de litosfera oceânica é tema indisciplinar na geologia e um importante processo tectônico atuante nos dias de hoje e que também ocorreu no passado geológico. Atualmente, esse evento ocorre ao longo de aproximadamente 10% de toda zona de subducção no globo. Esse processo ocorre quando o mergulho “normal” da placa tectônica, de aproximadamente 30°, torna-se horizontal por centenas de quilômetros até começar a afundar abruptamente. Isso ocorre por uma combinação de diversos mecanismos combinados na presença de uma espessa e rígida placa continental. Algumas características genéricas apontadas aqui são: a larga extensão paralela de subducção e um período de atividade prévia de mais de 80 Ma. Trabalhos atuais trazem principalmente dois mecanismos principais para a geração desse processo: Força resultante pelo esforço causado no atrito da subducção devido a fluabilidade da litosfera (ex. região das Sierras Pampeanas, Argentina); pelo movimento relativo rápido do continente sobre a placa oceânica (ex. Subducção de Farallon, no fim do Cretáceo). Diversas implicações geodinâmicas são listadas durante e pós esse evento como: Aumento da atividade sísmica regional, migração do arco magmático em direção ao interior do continente, hiato de vulcanismo na zona afetada, mudança na geoquímica de rochas ígneas, implicações metalogenéticas, etc. Diferenças na geometria podem causar diferenças substanciais no que é respeito a hidratação e metassomatismo na região afetada. O processo pode ter uma curta duração (~20 Ma) ou de longa (~50 Ma). Devido a isostasia gerada pela diferença da densidade de litosferas, soerguimento da superfície ocorre contemporaneamente ao processo. Essa mudança no relevo é um dos possíveis geradores de deformação em bacias de anti-arco e anti-país e alteração na estratigrafia regional. A evolução topográfica ocasionada pela subducção plana gera relevo positivo e processos climáticos tendem a reduzir esses registros. As áreas de pesquisa em traços de fissão em apatita e zircão, zircão detrítico e datação de falhas combinados são as principais para entender esse processo geodinâmico interagindo com a forma da superfície terrestre.

PALAVRAS CHAVE: Subducção plana; Orogênese, Cordilheira; Andes; Tectônica



MAPAS CONCEITUAIS COMO ESTRUTURADOR DOS CONCEITOS EM GEOCIÊNCIAS

Eliana Maria de Lima¹, Fabiana Curtopassi Pioker-Hara¹, Ligia de Lima Gomes², Luis Henrique Marins Nogueira Nunes¹

¹ IG - Unicamp

² UNIFAI – Centro Universitário Assunção

RESUMO: A complexidade temática em geociências pode abordar conteúdos sobre estrutura, composição, e processos dinâmicos do Planeta Terra e sua história, bem como, as ações antrópicas em suas várias atividades na sociedade atual. Para que se faça um estudo sério e avançado nesta área, é necessário, um conhecimento aprofundado e integrado entre várias áreas do conhecimento humano, acumulados historicamente pela ciência. Fazem-se necessárias, abordagens pedagógicas que busquem processos de ensino aprendizagem que possam fazer parte efetiva na formação de cidadãos participantes em sociedade, através de atividades reflexivas sobre a formação do próprio indivíduo e aspectos que ultrapassam o âmbito escolar e possam produzir ações que atinjam positivamente sua comunidade. Nesse contexto, os mapas conceituais são ótimos recursos didáticos, podendo ser utilizados na educação formal e não formal. Os conceitos de Geociências podem ser analisados graficamente em redes de conexões estabelecidas entre os conceitos e suas relações hierárquicas. Conceitos não são estruturas prontas e acabadas no cognitivo humano. Servem como base para novos processamentos mentais que estão em constante construção. O aluno mapeador, demonstra sua leitura sobre a temática, relacionando os conceitos e permitindo que sejam avaliados em cada preposição em uma teia relacional. Estes esquemas, proporcionam compreensão e permitem identificar equívocos e acertos conceituais. O aluno é orientado a refletir sobre a elaboração de seus mapas constantemente e o quanto podem relacionar conceitos de áreas da Física, Química, Biologia e Ciências da Terra, aumentando assim, o seu grau de autorregulação em produção textual. As análises dos resultados podem indicar o grau de sua aprendizagem e as mudanças com o passar do tempo, além de, demonstrar competências e habilidades em expressar novas aprendizagens, em forma e conteúdo curricular em geociências e educação ambiental. Pensando no ensino da dinâmica do Sistema Terra, os conceitos devem ser tratados de forma integrada, através de projetos com temas que gerem problemas a serem tratados de forma propositiva. A utilização de mapas conceituais pode demonstrar avanços cognitivos e aprofundamento teórico para todo aquele que dispor-se a utilizá-los de forma efetiva. Propomos neste trabalho, o uso de análise de vizinhança, que é baseado em avaliações em nível semântico, de proposições de mapas conceituais, partindo-se de conceitos obrigatórios e as relações destes, com os seus conceitos vizinhos e complementares.

PALAVRAS CHAVE: Avaliação, análise de vizinhança, conceitos



A INTRUSÃO ULTRAPOTÁSSICA INDAIÁ II, PROVÍNCIA ALCALINA ALTO PARANAÍBA (MG): PROCESSOS MAGMÁTICOS DE SISTEMA ABERTO E IMPLICAÇÕES PETROGENÉTICAS

Nicholas Machado Lima; Rogério Guitarrari Azzone

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Indaiá I e II são corpos ultrabásicos hipoabissais de pequeno porte, associados ao magmatismo cretácico da Província Alcalina Alto Paranaíba, oeste do Estado de Minas Gerais. Este trabalho objetivou compreender a gênese e processos evolutivos relacionados à intrusão Indaiá II, buscando elucidar a possível vinculação genética com a intrusão vizinha, Indaiá I. Para tal, foi realizado um estudo petrográfico, geoquímico e isotópico em rocha total, e de química mineral dessas ocorrências. A intrusão principal (Indaiá I) é classificada como um kimberlito do Grupo I típico. Já a intrusão satélite (Indaiá II) exibe um caráter químico e petrográfico diferenciado, possuindo uma composição similar à kamafugítica, e diopsídio como o principal constituinte da matriz. Indaiá II possui também uma presença abundante de microenclaves félsicos estirados, gerando uma *flow structure*. Estes enclaves são constituídos principalmente por kalsilita/ nefelina, vidro devitrificado, diopsídio e flogopita. A presença destes enclaves, junto a texturas sugestivas de desequilíbrio como *embayment* e *sieve* em Indaiá II sugere a operação de processos de sistema aberto. A abundância de diopsídio na matriz e a substituição de olivina por clinopiroxênio nas bordas de macrocristais e microcristais apontam para um aumento da atividade de sílica no decorrer da cristalização. Isso associado à alta proporção de xenólitos crustais na rocha, com evidências de fusão parcial, indicam um processo de contaminação crustal significativo. Os novos dados de química mineral, litogeoquímica e geoquímica isotópica, corroboram esse processo. Os *trends* composicionais de minerais como espinélio e flogopita são similares a ocorrências de kimberlitos contaminados registrados na literatura. Indaiá II apresenta elevado *Contamination Index* (2,12-2,25), maior percentual de SiO₂, K₂O e maior razão Rb/Sr que a intrusão principal. A fim de testar a hipótese de contaminação crustal, foram efetuados modelos obtidos a partir da mistura do fundido de Indaiá I e do fundido das rochas granitoides encaixantes. Os fundidos de Indaiá I e II foram estimados pela extração do volume da olivina considerada de origem xenocristalina em ambas as ocorrências, a partir das análises de rocha total. A quantidade de olivina foi obtida através de análises modais, e a composição considerada foi uma média das análises pontuais de microsonda eletrônica e LA-ICP-MS. A composição de elementos maiores do contaminante crustal foi estimada partindo-se das composições de rocha-total das encaixantes crustais da área, e calculando-se um fundido parcial desta rocha a 750°C e pressões entre 1-5Kbar com o software *RhyoliteMelts*. A composição de elementos-traço do contaminante foi modelada por balanço de massa, a partir de coeficientes de partição compilados da literatura e a proporção de fases restíticas dos modelos realizados para elementos maiores. Curvas de mistura geradas entre elementos maiores e traços parecem evidenciar o processo, assim como as curvas de mistura isotópica de razões ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr e ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd obtidas para estas intrusões e a rocha encaixante, utilizando as concentrações de Sm, Nd, Rb e Sr calculadas para os fundidos. Concluimos que a intrusão Indaiá II representaria uma intrusão kimberlítica altamente contaminada por fundidos crustais, com um magma progenitor de composição similar a Indaiá I.

PALAVRAS CHAVE: Kimberlitos, Contaminação Crustal, Rochas Ultrapotássicas



GEOCROLOGIA Ar/Ar E GEOQUÍMICA ÍSOTÓPICA DE ROCHAS DAS ILHAS DE SÃO TOMÉ, PRÍNCIPE E ANO-BOM, DA LINHA VULCÂNICA DOS CAMARÕES

José Manuel Lopes, Umberto Cordani, Maria Helena Hollanda
Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A premissa básica da presente descritiva se enquadra no fraco conhecimento que se tem sobre a geocronologia e a geoquímica isotópica do Alinhamento dos Camarões que compreende uma série de complexos vulcânicos formado por diversas ilhas de origem basáltica que constitui a Linha Vulcânica dos Camarões. Este alinhamento é uma cadeia vulcânica com extensão de 1600 km, que se adentra no continente africano com direção NE-SW, desde o planalto de Biu na Nigéria até a ilha de Ano-Bom, incluindo as ilhas de Bioko, Príncipe e São Tomé nas fronteiras entre as litosferas oceânica e continental (Emery & Uchupi, 1984). As ilhas de São Tomé, Príncipe e Ano-Bom, assentadas sobre crosta oceânica com idade inferior a 130Ma, assemelham às demais que representam o alinhamento vulcânico, de natureza essencialmente basáltica, mas com termos mais evoluídos, de composição predominantemente fonolítica a traquítica. Trabalhos realizados anteriormente, ditam que a ilha de São Tomé é representada essencialmente por derrames de lava e depósitos piroclásticos, de natureza basáltica, com idades inferior a 1 Ma (Munhá et al., 2002), apresentando também complexos mais antigos, com rochas basálticas similares, associadas a rochas traquíticas e fonolíticas, constituindo domos e chaminés, características estas apresentadas nas ilhas de Príncipe e Ano-Bom. A geocronologia das ilhas pertencentes ao alinhamento vulcânico constata-se que suas idades máximas, conhecidas até o momento, de SW para NE, temos a Ilha de Ano-Bom com 5 Ma, São Tomé com 13 Ma, Príncipe com 31 Ma e Bioko com 1 Ma, o que extingue a possibilidade destas serem um “hot spot”, ressaltando que esta última não fará parte deste projeto de pesquisa. A origem tectono-magmáticas da Linha Vulcânica dos Camarões (LVC) tem sido seriamente discutida, mas ainda é objeto de controvérsia entre diversos autores e investigadores, o que motiva a incessante busca de sua surgência, com a principalmente finalidade de efetuar estudos de geoquímica isotópica em rochas vulcânicas dessas ilhas, no intuito de obter a significação tectônica dos seus magmas precursores, bem como primar pela melhoria das idades geocronológicas das emanações vulcânicas destas ilhas.

PALAVRAS CHAVE: geocronologia, geoquímica isotópica, ilhas, LVC



PROCESSOS MAGMÁTICOS EM DIQUES ULTRABÁSICOS DE TENDÊNCIA ALCALINA NA SERRA DA MANTIQUEIRA (SP): UM ESTUDO DE ANTECRISTAIS E XENOCRISTAIS

Júlio C. Lopes, Rogério G. Azzone

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Séries de diques máficos alcalinos, fortemente a levemente insaturados em sílica, ocorrem na região de Campos do Jordão (SP) no SE brasileiro e intrudem o embasamento Pré-cambriano (sul do orógeno Brasília) e a intrusão máfica-ultramáfica alcalina Ponte Nova. As ocorrências alcalinas desta região são do Cretáceo Superior. Nos diques máficos porfiríticos predominam macrocristais de clinopiroxênio e olivina sobre plagioclásio, espinélio e enstatita (basaltos alcalinos e olivina basaltos). Em outros diques, predominam macrocristais de kaersutita sobre clinopiroxênio e flogopita (lamprófiros alcalinos). Texturas de reequilíbrio e dissolução e os complexos estilos de zonamento são comuns nestes macrocristais. Com base em petrografia (microscopia ótica e eletrônica de varredura), química mineral (microsonda eletrônica e *LA-ICP-MS*), litogeoquímica (*FRX* e *ICP-MS*) e modelagem geoquímica (cálculo da matriz, equilíbrio cristal-líquido e mistura entre magmas), as zonas dos macrocristais foram definidas em xenocristais, antecristais ou fenocristais e hierarquizadas no sistema magmático a partir de dados petrográficos, químicos e de modelagem. Os primeiros (em desequilíbrio com a matriz) foram incorporados de encaixante mantélica ou reciclados por magmas híbridos, tudo precocemente a um estágio máfico em menor profundidade anterior a consolidação da rocha. Os xenocristais mantélicos, exclusivos a série fracamente insaturada, são centros de olivina ($Fo > 90$, $Ca < 700$ e $Ti < 70$ ppm) e de diopsídio com cromo (mg# 88-87, baixo Na_2O , TiO_2 e ETRs) que é compatível a peridotitos fáceis granada-lherzolito. Entre os antecristais (em desequilíbrio com a matriz, mas cogenéticos ao sistema magmático), destacam-se os clinopiroxênios zonados (diques fortemente insaturados) com centros de diopsídio-augita, hedenbergita e egrina-augita, todos com textura glomeroporfirítica. Diopsídio e augita são incolores, com alto mg# (83-80), Cr_2O_3 e TiO_2 . Enquanto os centros verdes de diopsídio-augita (por vezes com Na), hedenbergita e egrina-augita apresentam baixo mg# (70-40), Cr_2O_3 , alto Na_2O , Zn e diferenças em Li, Sc, Hf, Y, Zr, Sr e ETRs. Acredita-se que os centros incolores e verdes têm sua origem, respectivamente, em líquidos alcalinos máficos e félsicos que se misturaram, devido as razões de elementos traço incompatíveis observadas na matriz do magma híbrido hospedeiro desses antecristais. Ti-augita euédrica é borda em todos os macrocristais de clinopiroxênio, predomina na matriz dos diques e apresenta textura glomeroporfirítica associada a macrocristais de olivina ($Fo < 88$). Estes são antecristais e tem origem em um estágio magmático posterior e em menor profundidade que a incorporação da encaixante mantélica e a mistura dos magmas. Macrocristais euédricos de kaersutita zonada e com textura glomeroporfirítica apresentam alto MgO e baixo Ba, Sr, Nd, Zr e ETRs quando comparados aos macrocristais anédricos. Flogopita com titânio anédrica e zonada é rara, mas na matriz este mineral mostra um aumento da vacância do plano octaédrico proporcional ao aumento de Ti, Nb, Zr, Sr e Li. Esta diversidade de macrocristais, zonamentos e texturas pode ser explicada pelo modelo *Complex Plumbing System*, onde a interconexão de pulsos magmáticos ao longo da litosfera, sob diferentes encaixantes, é eficiente na produção das feições petrológicas destes diques. Agradecimentos a FAPESP, CNPq e IGc-USP..

PALAVRAS CHAVE: ANTECRISTAIS, XENOCRISTAIS, *COMPLEX PLUMBING SYSTEM*, LAMPRÓFIROS, SERRA DA MANTIQUEIRA



INVESTIGAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA DE FRAGMENTOS CERÂMICOS ARQUEOLÓGICOS DE *CERRITOS* DO PAMPA: UM ESTUDO PARA RECUPERAÇÃO HISTÓRICA E TECNOLÓGICA

Patricia Marques Magon, Eliane A. Del Lama, Thiago S. Puglieri
Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Os estudos que envolvem bens do Patrimônio Cultural são majoritariamente interdisciplinares. A interface entre a Geologia e a Arqueologia abrange vários aspectos nesse contexto. A Arqueologia é uma ciência que se vale de vestígios materiais - artefatos, edificações, modificações do meio natural - para estudar o comportamento humano desde a pré-história. Diversos desses vestígios são compostos por materiais rochosos e seus derivados, a exemplo das cerâmicas. O emprego de ferramentas disponíveis para análise de materiais de natureza mineral, em estudos arqueológicos, faz parte do que se denomina *Arqueometria*. O presente estudo se baseia na caracterização química e mineralógica de fragmentos cerâmicos provenientes de *cerritos de índios*, localizados no estado do Rio Grande do Sul. Também denominados *aterros*, são os sítios arqueológicos de maior relevância nas planícies dos Pampas, apresentando ampla distribuição geográfica e temporal. Também serão coletadas amostras de sedimentos nas regiões onde os sítios se inserem, para identificação das possíveis áreas-fonte dos materiais utilizados na fabricação desses utensílios, a partir das análises dos fragmentos. Tecnologias aplicadas à confecção de cerâmicas estão entre os mais importantes indicativos do grau de complexidade de uma população. A recuperação de informações tecnológicas parte da assembleia de materiais que cada fragmento apresenta. No processo de queima, a pasta - como é denominada a mistura modelada em peça cerâmica, composta de argilas e areias - passa por transformações físico-químicas, que variam conforme sua composição, a temperatura alcançada e a atmosfera do ambiente de queima (forno, fogueira enterrada ou a céu aberto) que pode apresentar condições oxidantes ou redutoras. Como consequência, parte dos materiais permanece intacta e parte se transforma gerando o que pode ser chamado de *produtos de degradação*, além de existir a possibilidade de formação de depósitos na superfície das peças a depender da disponibilidade de elementos na atmosfera circundante no momento da queima. Os estudos de proveniência permitirão abordar a temática de áreas de captação de recursos dentro de um território de ocupação. Em conclusão, o conjunto de dados servirá de base para o levantamento de aspectos históricos, como o entendimento da capacidade produtiva dessas populações e o esclarecimento de questões como mobilidade e territorialização, além de colaborar com o crescente rol de dados de cunho mineralógico aplicados em estudos arqueométricos.

PALAVRAS CHAVE: Arqueometria, mineralogia aplicada, cerâmicas arqueológicas, *cerritos de índios*



BOMBEAMENTO SÍSMICO, FLUXO DE FLUIDOS E GÊNESE DO DEPÓSITO DE OURO OROGÊNICO DA SERRA DO CAVALO MAGRO - FAIXA RIBEIRA MERIDIONAL, BRASIL

I. S. Malta¹, F. M. Faleiros¹, L. V. S. Monteiro², M. B. Andrade³, B. Coldebella¹, M. C. B. Esteves¹

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

³Departamento de Física e Ciência Interdisciplinar, Instituto de Física de São Carlos, USP

RESUMO: O depósito de ouro orogênico da Serra do Caval Magro localiza-se na Faixa Ribeira Meridional, Brasil. Os veios de quartzo auríferos estão hospedados em rochas metassedimentares e metabásicas calimiananas (1500-1450 Ma) e rochas graníticas ediacaranas (610-600 Ma). A modelagem petrológica indica que as condições de pico metamórfico das rochas hospedeiras imediatas aos veios ocorreram a 560 °C e 7 kbar (clorita-biotita filito) e a 625 °C e 6,8 kbar (granada-biotita filito). A mineralização aurífera ocorre tanto em veios de quartzo extensionais como em veios de cisalhamento estruturalmente controlados por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais de segunda e terceira ordem de direção NE. Os veios extensionais verticais e sub-horizontais de direção NNW são orientados entre 55 a 85° em relação aos planos de falhas, indicando que as zonas de cisalhamento foram severamente desorientadas para reativação friccional. A deformação nas zonas de cisalhamento foi acomodada pela recristalização de agregados de quartzo por bulging, enquanto agregados de feldspato derivados de protólitos graníticos sofreram fluxo cataclástico ou foram substituídos por epidoto-sericita produzindo filonitos. O ouro precipitou durante estágios de deformação dos veios ao longo de microfraturas em veios de cisalhamento milonitizados com quartzo previamente submetido à recristalização por bulging. Os fluidos mineralizantes registram a coexistência de inclusões fluidas de CO₂-N₂, H₂O-NaCl-CaCl₂ e H₂O-CO₂-N₂-NaCl-CaCl₂ de baixas a moderadas salinidades (1-18% em peso de NaCl eq.). Dados microtermométricos indicam condições de aprisionamento de 240 a 260 °C e de 0.4 a 2.5 kbar, registrando variações hidrostáticas a supralitostáticas da pressão de fluidos. Inclusões hipersalinas aquosas e multifásicas (H₂O-NaCl-CaCl₂-KCl) de alta temperatura (475 °C, 25-33% em peso de NaCl eq.) são consideradas não relacionadas com a mineralização de ouro. Fortes flutuações de pressão de fluidos na ordem de 0.4 a 1.6 kbar estão associadas a ciclos de terremotos e ao comportamento falha-válvula. Nesse cenário, a mineralização aurífera estaria associada à imiscibilidade de fluidos. Há evidências de mistura fluidos restrita, mas esse processo é interpretado como não relacionado à mineralização. Dados geocronológicos disponíveis e relações estruturais-petrológicas das rochas hospedeiras e zonas de cisalhamento sugerem que a mineralização foi formada entre 580-540 Ma durante episódios após o pico metamórfico. Os fluidos hidrotermais mineralizantes foram provavelmente produzidos por reações de devolatilização durante o metamorfismo progressivo em níveis profundos, os quais foram subsequentemente canalizados ao longo de sistemas de falhas e zonas de cisalhamentos transcorrentes em rochas que foram metamorizadas e devolatilizadas em épocas anteriores.

PALAVRAS-CHAVE: Serra do Caval Magro; Veios de Quartzo Auríferos; Processos de Falhamento Sísmico; Inclusões Fluidas; Precipitação de Ouro



SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA TRATAMENTO DE AQUÍFEROS URBANOS CONTAMINADOS POR NITRATO

Carlos Henrique Gil Marques, Ricardo Hirata

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: A cidade de Urânia está localizada sobre os domínios do Aquífero Adamantina (Sistema Aquífero Bauru) e este se encontra contaminado por nitrato, tanto na zona não saturada quanto na porção saturada (até 70 m de profundidade). A contaminação se deve ao processo de urbanização, inicialmente sem rede de esgoto e utilizando-se de fossas negras e sépticas e posteriormente por fugas da rede de esgoto, instaladas a partir dos anos 70. Soluções clássicas para tratamento *in situ* de contaminações extensivas por nitrato em aquíferos urbanos têm-se mostrado pouco eficiente, por isso o presente trabalho avaliará o uso de Soluções baseadas na Natureza (SbN). Este grupo de tecnologias e gerenciamento do recurso apresenta-se como uma solução inovadora, pois utiliza-se de princípios próprios do ambiente para induzir o tratamento de aquíferos. Tais técnicas geralmente apresentam baixo custo e geram menor impacto ambiental. Para isso, será necessário um bom conhecimento da hidrogeologia da área, permitindo a construção de um modelo numérico de fluxo (MODFLOW) e de transporte de massa (MT3DMS). O projeto se vale do rico acervo de dados acumulados há anos pela equipe de trabalho, embora novos dados hidrológicos e hidroquímicos também serão coletados. Com esses modelos, serão criados cenários de SbN, como o emprego de áreas verdes para fitorremediação, inserção de poços de injeção com águas limpas, sistemas de captação de águas de chuva e outras alternativas que podem surgir no decorrer do estudo. O modelo numérico calibrado simulará a situação real encontrada na área hoje. O resultado esperado será uma proposta de manejo do problema de contaminação extensiva por nitrato, avaliando-se a sua factibilidade em ser aplicada em municípios paulistas.

PALAVRAS CHAVE: Soluções baseadas na Natureza; Nitrato



UTILIZAÇÃO DA DIFRAÇÃO DE RAIOS X COMO TÉCNICA DE BAIXO CUSTO PARA A VETORIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO MINERAL – EXEMPLO DE APLICAÇÃO NA BACIA DE CASTRO, PARANÁ, BRASIL

Ivan Pereira Marques^{1,2}, Lena Virgínia Soares Monteiro¹, Craig A. Johnson³, Gustavo Correa de Abreu¹, William M. Benzel³, Felipe Brito Mapa², Bruno Boito Turra², Luiz Carlos Melo Palmeira², Richard J. Moscati³

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

²Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

³United States Geological Survey - USGS

RESUMO: A Bacia de Castro, localizada no estado do Paraná, apresenta preenchimento vulcanossedimentar de idade Ediacarana. Nessa bacia são conhecidos depósitos de ouro, interpretados como de origem epitermal do tipo low-sulfidation e ocorrências de hematita de origem hidrotermal, sendo algumas dessas ocorrências lavradas de forma intermitente. As ocorrências de hematita são encontradas em uma zona de falha, que separa a Bacia de Castro de rochas do embasamento. Análises preliminares de difração de raios X da hematita de diferentes ocorrências ao longo dessa falha indicam variação na definição dos picos observados no difratograma. Picos mais definidos no difratograma são correlacionados com uma amostra de hematita apresentando uma melhor cristalinidade. Considerando como formados em um mesmo sistema mineral, a variação na cristalinidade da hematita é um indicativo de variação dos parâmetros físico-químicos, como por exemplo, a temperatura de formação. Se essas ocorrências de hematita fizerem parte de um sistema mineral do tipo IOCG, por exemplo, a hematita melhor cristalizada pode ser um indicativo de ambientes de maior temperatura relativa. Os ambientes de maior temperatura, nesse caso, seriam mais próximos das condições de precipitação de outros minerais de interesse econômico, formados a partir do mesmo fluido mineralizante o qual foi precipitado a hematita. Como no exemplo de um sistema do tipo IOCG, minerais de cobre e ouro poderiam ser precipitados em ambientes com temperatura relativamente maior do que nos de formação da hematita. Nas amostras de Castro, pretende-se confirmar as observações provenientes dos resultados da difração de raios X a partir de técnicas mais sofisticadas e precisas, tais como inclusões fluidas e isótopos estáveis. Com esses dados, pretende-se calibrar a cristalinidade da hematita com os parâmetros físicos de sua formação delimitados por essas outras técnicas analíticas. A utilização da difração de raios X como estratégia na exploração mineral apresenta como vantagem a rapidez e o baixo custo da análise. Essa estratégia pode ser aplicada em estudos de província, em ocorrências conhecidas em uma região de interesse, associadas à um mesmo sistema mineral, ou até mesmo em escala de depósito, se múltiplos eventos de formação forem evidenciados. O objetivo de estratégia seria indicar parâmetros para a vetorização na exploração mineral, em busca de minerais de interesse, baseados nos parâmetros físico-químicos associados à sua precipitação ou da precipitação de outros minerais associados ao mesmo sistema mineral.

PALAVRAS CHAVE: Exploração Mineral; Sistema Mineral, Difração de Raios X; Hematita; Bacia de Castro



PALEOAMBIENTE E PALEOCLIMA DA CAATINGA DURANTE O HOLOCENO

*Vanda Brito de Medeiros¹; Paulo Eduardo de Oliveira¹; Alcina Magnólia Franca Barreto²;
Édison Vicente de Oliveira²*

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE

RESUMO: O bioma Caatinga abrange uma área de 850.000 km² do nordeste brasileiro. Entretanto, dados paleoambientais e paleoclimáticos deste território ainda são muito escassos. Desta forma, este trabalho teve por objetivo contribuir para o entendimento da evolução da vegetação nesta região, tendo em vista os impactos das mudanças climáticas ocorridas no Holoceno. Para tanto, foi realizada análise palinológica em sedimentos coletados em lagoa efêmera, no município de Afrânio (Pernambuco), com idade basal de 10.931 anos cal. AP. O início do Holoceno foi caracterizado pela identificação de apenas oito tipos polínicos, representativos de florestas, associados a sedimentos compostos por 50% de areia, com grãos de 130 μm de diâmetro, que caracteriza ambiente de alta energia. Entre ca. 9.000 e 6.000 anos cal. AP, a composição polínica mais diversificada, composta por palmeiras e elementos típicos da floresta tropical úmida, sugere a implantação de vegetação mais fechada, com sedimentos compostos por silte e argila. No entanto, a oscilação de grãos de pólen quebrados, durante este período, indica a alternância entre climas úmidos e secos. A partir de ca. 6.000 anos cal. AP, se inicia uma fase de ressecamento, com oscilações constantes de aumento e diminuição de todos os táxons e a menor concentração de elementos arbóreos e aquáticos do perfil. Posteriormente, a Caatinga se instalou de fato na região a partir de ca. 4.900 anos cal. AP. Este período de menor umidade, com início no final do Holoceno médio é condizente com estudos palinológicos e de isótopos de espeleotemas realizados no nordeste brasileiro. A partir de ca. 2.200 anos cal. AP ocorreu aumento nas concentrações de todas as categorias vegetais, em sincronia com o surgimento de lianas, muitas vezes interpretadas como pioneiras em ambientes perturbados. Os elementos presentes neste momento indicam uma fisionomia vegetal característica de ambiente um pouco mais úmido que a verificada no período anterior. Em suma, conclui-se que no início do Holoceno a vegetação que compunha o ambiente em Afrânio correspondia a um ecossistema não análogo à Caatinga atual; a presença de elementos vegetais atualmente restritos a ambientes mais úmidos, indica a instalação de um corredor de trocas bióticas naquele período; este registro palinológico está em sincronia e corrobora os estudos paleoclimáticos do Nordeste, no Holoceno. A Caatinga atual, caracterizada somente por vegetação hiperxerófila, se estabeleceu por volta de ca. 4.900 anos cal. AP.

PALAVRAS CHAVE: Palinologia, Caatinga, Paleoambiente, Paleoclima



GEOCROLOGIA (U-PB) E TERMOMETRIA (TI) EM ZIRCÃO DE ROCHAS VULCÂNICAS ASSOCIADAS AOS DEPÓSITOS VMS DA FAIXA PIRITOSA IBÉRICA

Caio Ribeiro de Mello, Colombo Celso Gaeta Tassinari

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A Faixa Piritosa Ibérica (FPI) é a província de sulfetos maciços vulcanogênicos (VMS) de maior relevância mundial, com mais de 1600Mt de sulfetos maciços e cerca de 250 Mt de minério associado a stockworks. Ela se estende por 250 km, desde a região de Cercal, Portugal até Sevilha, Espanha. Nela existem oito depósitos gigantes (tonelagem > 100Mt de minério) e seis depósitos de classe mundial, além de diversos depósitos de menor expressão (Tornos, 2006). A FPI sempre foi estudada em escala de depósito e só recentemente trabalhos mais regionais começaram a surgir. Nós estudamos a geocronologia e a geotermometria de 10 depósitos distintos na porção espanhola da FPI através de análises de U-Pb e Ti em zircão. Estes dados, quando integrados com os dados portugueses da FPI, apresentam um padrão de idades e temperaturas que separa a FPI em 2 domínios distintos. A parte sul da FPI, que inclui os depósitos de Portugal (Neves Corvo, Albaroa, Serra Branca) e sul da Espanha (Tharsis, Sotiel-Coronada, Las Cruces) possui intervalo de formação entre 363 – 358 Ma (Struniano), enquanto que a parte norte da Espanha (Rio Tinto, La Zarza, Aguas Tenidas) foi formada entre 352 – 348 Ma (Tournasiano). Estes dois episódios de magmatismos apresentam temperaturas distintas. Os depósitos do intervalo Struniano apresentam temperaturas superiores a 800 °C, enquanto que os depósitos relacionados ao Tournasiano apresentam temperaturas inferiores a 775°C.

PALAVRAS CHAVE: Faixa Piritosa Ibérica; U-Pb, Ti em zircão, VMS



PROCESSOS EVOLUTIVOS E TEMPO DE RESIDÊNCIA ARQUIVADOS NOS MEGACRISTAIS ZONADOS CONTIDOS NOS DIQUES DE DIABÁSIO DO ARCO DE PONTA GROSSA, SP

João Victor Tumenas Mello, Adriana Alves

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: A Província Magmática do Paraná (PMP) é composta por enxames de diques, complexos de soleiras e um dos maiores acúmulos de basaltos continentais (Continental Flood Basalts CFB) do mundo. Desenvolveu-se por um extensivo vulcanismo fissural durante o Cretáceo Inferior (135 a 131 Ma) que precedeu a fragmentação do paleocontinente Gondwana Ocidental e à abertura do Oceano Atlântico. Apesar da mobilização de um volume de magma de $1,7 \times 10^6$ km³ estimado em um período de 4 Ma, o evento não causou extinção em massa como registradas para outras províncias CFBs do globo. A PMP é formada por rochas de composições basálticas a riolíticas, com afinidade toleítica e metaluminosa, respectivamente, portanto a maior parte do magmatismo ácido é atribuída à refusão dos primeiros pulsos basálticos posicionados na base da crosta (underplating). A classificação geoquímica é conforme o teor de titânio e elementos traço e, como outras CFBs, divididas entre Alto Ti e Baixo Ti. Dados de rocha total associados aos de geologia isotópica indicam que o magma foi extraído do manto litosférico heterogêneo e sem participação de manto astenosférico. A evolução do magmatismo é marcada por processos de assimilação e cristalização fracionada. Recentemente, processos magmáticos vêm sendo abordados a partir da quantificação composicional de minerais zonados em conjunto com o modelamento de perfis difusivos nas interfaces dos zoneamentos. Estas estruturas cristalinas refletem as mudanças no comportamento termodinâmico do magma durante a cristalização e, uma vez que as interfaces entre zoneamentos estão bem definidas, a difusão tem papel importante em suavizar os contrastes. Neste sentido, este projeto pretende elucidar a evolução dos processos magmáticos da PMP registrados nos zoneamentos dos megacristais de plagioclásio e piroxênio contidos em diques máficos do Arco de Ponta Grossa, lineamento Guapiara, e determinar o tempo de duração destes processos. É possível correlacionar estes diques com os derrames mais representativos da província. Serão realizados estudos petrológicos em perfis composicionais ao longo de eixos cristalográficos dos megacristais, selecionados por microscopia óptica e eletrônica (BSE, EDS e CL). No plagioclásio, a acumulação de imagens BSE, em micro áreas, permite elaborar mapas composicionais de alta resolução, onde o teor de anortita (An) pode ser calibrado em escala de 1 μ m com erro de 0,5 mol%. Comparar as variações da An com elementos menores e traço, em micro áreas específicas do mineral, permite avaliar detalhadamente a evolução do(s) magma(s) em que o plagioclásio cristalizou. O tempo de residência será determinado a partir de perfis de difusão de elementos maiores, menores e traço nos zoneamentos que indiquem reabsorção e sobrecrecimento em plagioclásio e piroxênio. Variações da razão Sr/Sr em plagioclásio refletem processos de assimilação crustal. Composições químicas e isotópicas pontuais dos minerais serão determinadas com uso de EPMA, LA-ICP-MS (quadropolo e multicoletor) e nanoSIMS. Com o desenvolvimento desta tese, informações arquivadas nos zoneamentos dos megacristais irão elucidar os principais processos petrogenéticos que influenciaram a evolução de magmas da PMP.

PALAVRAS CHAVE: Zoneamento, Química mineral, Processos magmáticos



ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA COM BASE EM PALINOMORFOS DA FORMAÇÃO HOBBS GLACIER, ILHA SEYMOUR, ANTÁRTICA OCIDENTAL

Júnior Bispo de Menezes¹, Paulo Eduardo de Oliveira¹, Mitsuru Arai², Maria Judite Garcia³,
Paulo dos Santos³, Antônio Carlos Rocha-Campos³

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² UNESPetro /UNESP- Rio Claro

³ Instituto de Geociências - USP

RESUMO: A Formação Hobbs Glacier está localizada na Ilha Seymour, Antártica Ocidental, sendo uma das unidades litoestratigráficas da Bacia James Ross, podendo ser encontrada também na Ilha James Ross. Essa formação vem sendo alvo de diversas discussões e debate, principalmente no que diz respeito a sua idade. Alguns autores relatam que a formação tem a idade Mioceno e outros que Eoceno- Oligoceno. Para contribuir com entendimento bioestratigráfico da formação, esse estudo visa através da análise de cistos de dinoflagelados e grãos de pólen, estabelecer a idade da formação. As amostras foram coletadas pela equipe do PROANTAR liderada pelo Prof. Dr Rocha-Campos, foram submetidas ao ataque dos ácidos clorídrico e fluorídrico. Após o uso desses reagentes, as amostras foram lavadas com água destilada e peneiradas, após serem peneiradas foram montadas lâminas permanentes, que por sua vez foram analisadas em microscópio ótico composto. O resíduo gerado no processamento das amostras gerou resultados preliminares (resultados obtidos para qualificação do primeiro autor), nos quais os palinomorfos marinhos (*Enneadocysta patridgei*, *Alterbinium distinctum* e *Vozzhennikovia apertura*) e os terrígenos (*Nothofagidites flemingii*, *N. lachlamiae* cf e *N. acromegacanthus*), sugerem que a idade da Fm. Hobbs Glacier possa ser Eoceno.



ABORDAGEM MICROESTRUTURAL DA ZONA DE CISALHAMENTO PUTUNÃ – FAIXA RIBEIRA MERIDIONAL

Lucas Agostinho Milani; Frederico Meira Faleiros

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Zonas de cisalhamento são importantes elementos em níveis crustais médios e profundos, para a evolução tectônica de cinturões orogênicos; uma vez que a mineralogia e estrutura macro e microscópica das rochas associadas a essas zonas de falhas, refletem as condições em que as mesmas foram formadas. A área de estudo se localiza na região entre as cidades de Cajati e Barra do Turvo no estado de São Paulo, às margens da rodovia BR-116 Régis Bittencourt, e engloba a Zona de Cisalhamento Putunã (ZCP), que se estende na direção NE-SW e corta o Terreno Curitiba longitudinalmente, apresentando sentido de deslocamento sinistral. O Terreno Curitiba, no qual a ZCP está inserida, é formado por rochas metassedimentares neoproterozoicas das Formações Turvo-Cajati e Capiru, e por ortognaisses riacianos migmatizados durante o Ciclo Brasileiro do Complexo Atuba. Para o presente estudo, a Formação Turvo-Cajati corresponde à formação principal da área de estudo, uma vez que a ZCP justapõem associações de rochas com condições metamórficas distintas, uma de alto grau a norte, formada por paragnaisses migmatíticos; e outra de baixo grau a sul, formada por granada-biotita xistos. Estudos voltados em microtectônica são importantes ferramentas para o entendimento da evolução cinemática e metamórfica de rochas deformadas em um modo geral, pois em uma primeira abordagem já apresenta material para a interpretação de condições de temperatura de formação e recristalização, bem como os seus mecanismos de geração, estimativas da contribuição do cisalhamento puro e simples na evolução da zona de falha, além da definição de zonas metamórficas. A partir destes dados, métodos tradicionais de geotermobarometria podem ser complementados com as informações microestruturais para uma análise mais precisa de toda a trajetória evolutiva da rocha, e através de datações convencionais esta mesma trajetória pode ser hierarquizada ao longo do tempo geológico. Deste modo, este trabalho aborda os primeiros resultados obtidos através de análises microestruturais, com discussões baseadas em microtectônica clássica, i.e., estudo das relações entre foliações, clivagens, dobras e seus mecanismos de recristalização; estudo de vorticidade buscando definir a atuação das componentes pura e simples do cisalhamento; e análise de petrotramas de eixo-c de quartzo para interpretar através de suas guirlandas plotadas em estereogramas, padrões de deformação e um primeiro geotermômetro utilizando o ângulo das mesmas.

PALAVRAS CHAVE: Zona de cisalhamento; vorticidade; microtectônica; tramas cristalográficas; Faixa Ribeira Meridional



VARIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DE LUMINESCÊNCIA E DOSE CARACTERÍSTICA DO QUARTZO DE ROCHAS E SEDIMENTOS

Thays Desiree Mineli¹, André Oliveira Sawakuchi¹, Benny Guralnik², Renske Lambert³, Mayank Jain⁴, Fabiano do Nascimento Pupim^{1,5}, Ian del Río⁶, Carlos C.F. Guedes⁷ e Luciana Nogueira¹

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Netherlands Centre for Luminescence Dating, Wageningen University, Holanda

³ Institute of Earth Surface Dynamics, University of Lausanne, Suíça

⁴ Center for Nuclear Technologies, Technical University of Denmark, DTU Risø Campus, Dinamarca

⁵ Departamento de Ciência Ambiental, UNIFESP

⁶ Departamento de Ciências Geológicas, Universidad Católica del Norte, Chile

⁷ Departamento de Geologia, UFPR

RESUMO: A datação de sedimentos baseada na luminescência opticamente estimulada (OSL) do quartzo é limitada a poucas centenas de milhares de anos (< 200 ka). A limitação ocorre devido às incertezas nas medidas dos sinais OSL para doses acima de cerca de 100 Gy. A dose característica está relacionada à dose máxima que pode ser medida com precisão para determinado sinal de luminescência. A sensibilidade OSL é outro parâmetro limitante na datação OSL e que exibe larga variação no quartzo de rochas e de sedimentos, sendo relevante para a datação e também para análises de proveniência de sedimentos. O objetivo deste estudo é compreender a variação das propriedades de luminescência do quartzo que determinam os limites de datação. Amostras de quartzo de rochas e de sedimentos de diferentes localidades foram comparadas a fim de investigar a relação entre dose característica e sensibilidades OSL e termoluminescente (TL). Foram caracterizados os parâmetros de armadilhas OSL de quartzo de sedimentos com contrastantes sensibilidades OSL. Com exceção do quartzo presente em sedimentos do Atacama, os resultados mostram que a sensibilidade OSL do quartzo (e também do pico TL-110° C) de sedimentos é até cinco ordens de grandeza maior que a sensibilidade OSL de cristais de quartzo de rochas ígneas e metamórficas. As doses características correspondentes variaram em três ordens de grandeza, de 42 Gy (areia fluvial do Brasil) a 1316 Gy (xisto azul do Chile). Doses características e sensibilidades OSL/TL parecem ser anticorrelacionadas, já que quartzo com maior sensibilidade de luminescência apresenta menor dose característica média, enquanto que quartzo com maior dose característica média tem menor sensibilidade de luminescência (OSL e TL). Quartzo de rochas e do sedimento chileno, com baixa sensibilidade luminescente, apresenta maior variação na dose característica. A respeito dos parâmetros de armadilhas OSL, a energia de ativação e o fator de frequência parecem ser constantes e independentes da sensibilidade OSL, embora para baixas sensibilidades há um notável e progressivo desvio da cinética de primeira ordem. Esses resultados demonstram que processos na superfície da Terra responsáveis pela formação e transporte de sedimentos afetam as sensibilidades OSL/TL e as capacidades de armazenamento das armadilhas de elétrons.

PALAVRAS CHAVE: Quartzo, sensibilidade luminescente, dose característica, parâmetros de armadilhas de elétrons



SINAIS DE LUMINESCÊNCIA DO QUARTZO E FELDSPATO PARA DATAÇÃO DE SEDIMENTOS DA BACIA DE COLÔNIA

Thays Desiree Mineli, André Oliveira Sawakuchi

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A datação por luminescência opticamente estimulada (OSL, *optically stimulated luminescence*) destaca-se como um dos únicos métodos capazes de determinar idades de deposição de sedimentos terrígenos. As idades representam o último episódio de exposição dos grãos de sedimento à luz do sol e são obtidas mediante a razão entre a dose de radiação ionizante absorvida desde a última exposição solar e a taxa de dose de radiação do ambiente de deposição. Sendo que a dose equivalente é estimada através da luminescência emitida durante iluminação (estímulo) do sedimento. A datação OSL do quartzo tem sido amplamente utilizada desde os anos 2000. Esta técnica permite estimar idades de até cerca de 150 ka, aproximadamente. Sinais de luminescência de feldspato potássico, obtidos por estimulação sequencial por infravermelho a temperaturas crescentes (pIRIR, *post-infrared infrared stimulated luminescence*), também têm sido estudados para datação de sedimentos. O protocolo com melhores resultados para estes sinais tem permitido estimar idades com limites de cerca de 600 ka. Este estudo visa a datação de sedimentos da Bacia de Colônia (São Paulo), possivelmente formada por impacto de um meteorito. O preenchimento da Bacia de Colônia com sedimentos ricos em matéria orgânica, que recobrem sedimentos finos (silte e argila) laminados, intercalados com camadas de arenosas, é um registro das transformações ambientais ocorridas na região desde a formação da bacia. Sendo esta considerada, portanto, um arquivo único para estudos paleoclimáticos e de mudanças na Floresta Atlântica, sobretudo para o período Quaternário. Para este estudo foram coletadas amostras do testemunho COL-17.2 (50 m de profundidade). As datações envolvem protocolos baseados em sinais OSL do quartzo e de pIRIR do feldspato potássico. As primeiras medidas de dose em quartzo resultaram entre 142 e 205 Gy para profundidades entre 1,8 e 5,7 m. Em feldspato potássico, as primeiras datações resultaram em 535 ± 36 ka para a amostra a 15 m de profundidade e em amostras mais profundas foram obtidas idades mínimas. Estes dados são condizentes com a inversão de polaridade magnética de Brunhes-Matuyama (781 ± 5 ka) identificada nas profundidades de 25-27 m. As idades obtidas por OSL do quartzo, pIRIR de feldspato potássico e paleomagnetismo servirão de parâmetros para estudos futuros de extensão do alcance temporal da datação de sedimentos por protocolos baseados em sinais de termoluminescência isotérmica (ITL) e OSL de transferência térmica (TT-OSL).

PALAVRAS CHAVE: Quartzo, Feldspato, OSL, pIRIR, Bacia de Colônia



PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF THE ITUPEVA PLUTON, SÃO PAULO, BRAZIL

Viviana Monsalve; Valdecir de Assis Janasi

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

ABSTRACT: The Itupeva Pluton, part of the Itu granitic Batholith from post-orogenic Itu Granite Province, São Paulo, Brazil, is a compositionally varied pluton, composed by three granitic units (*Grf1*, *Grf2* and *Grf3*) and one mafic unit (*Qmf*). The *Grf1* unit outcrops in the central part and is formed by medium- to coarse-grained rocks, reddish grey to light pink in color, with equigranular to inequigranular, and locally porphyritic textures with a color index between 4-7%; it contains microgranular enclaves of varying size and irregular patches enriched in fine-grained biotite. *Grf2* is located at the northeastern part of the intrusion and consists of medium- to coarse-grained inequigranular granite, which occurs in diffuse and abrupt contact with a very-coarse grained porphyritic variety (up to 2 cm, mainly 1, 0 – 1, 5 cm) with Color Indexes around 6-8%. The *Grf3* unit outcrops in the northern edge of the intrusion and comprises medium- to fine-grained equigranular to inequigranular monzogranites with a color indexes between 2-3%. The mafic unit (*Qmf*) comprises generally equigranular and medium-grained quartz-monzonites with a color index between 15-20 %. The essential mineral assemblages of the studied units comprise quartz, orthoclase and microcline, plagioclase (Ab_{25-30}), biotite, zircon, apatite, titanite and allanite, with the presence of hornblende only in the *Qmf* unit. The units display near lineal negatively correlated trends for Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , P_2O_5 and CaO against SiO_2 for the samples. The concentration of Na_2O generally decreases and the K_2O and MnO contents increase, with increasing SiO_2 values, but they do not define simple linear trends and tend to form scattered plots. They show a typical alkali- calcic trend and plot into the high-K calc-alkaline and shoshonitic fields. The granitic units extend across the boundary between metaluminous to peraluminous fields, while *Qmf* is metaluminous. Most granitic samples are classified as magnesian A-type granites with $FeOt / (FeOt + MgO)$ ratios below 0.9; their compositions straddle the limits between oxidized A-type and calc-alkaline fields. All units are characterized by enrichment in light REE (LREE) with $(La/Yb)_n = 7.8- 24.1$ and slightly ($Eu/ Eu^* = 0.84-0.78$) to moderate ($Eu/ Eu^* = 0.73-0.48$) negative Eu anomalies for the mafic and granitic facies respectively, with mainly sub horizontalized heavy REE (HREE) patterns. Compared with other plutons from the Itu Batholiths (e.g., Cabreúva), granites from the Itupeva pluton share the enrichment in high field strength elements (HFSE), but are noticeably richer in large ion lithophile elements (LILE), such as Sr (151- 823 ppm) and Ba (728– 3389 ppm).

KEYWORDS: Post-orogenic; Itu Granite Province; REE; LREE; LILE; HFSE



C AND O ISOTOPES OF THE MIDDLE AND UPPER TAMENGO FORMATION (CORUMBÁ GROUP- UPPER EDIACARAN): THE EFFECTS OF THE SEDIMENTARY FACIES AND DIAGENESIS

Montenegro Rivera L.C., Boggiani P.C., Trindade, R.I.F.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A Formação Tamengo possui importantes e bem preservados registros sedimentológicos, paleontológicos e camadas de cinza vulcânica no topo da Formação que permitem atribuir uma idade Ediacarana superior, o que acrescenta a importância da Formação para torná-lo uma janela na compreensão da transição Proterozoico-Cambriano. Não obstante, os trabalhos anteriores estão focados nas seções das minas Corcal, Saladeiro (atual Porto Sobramil) e Laginha, sem descrições de levantamentos sedimentológicos e geoquímicos detalhados sobre esses e outros afloramentos da Formação Tamengo aflorantes nas margens do Rio Paraguai, na escarpa Ladário-Corumbá, onde as ocorrências paleontológicas estão concentradas. Com o objetivo de contribuir para o entendimento das condições paleoambientais, ocorrências paleontológicas e sua relação com a Formação Tamengo, 136 m de perfis estratigráficos foram empilhados, amostragem cada 20 cm, petrografia em cada facie, análises de isótopos de carbono e oxigênio e outras investigações geoquímicas detalhadas se realizaram na mina Corcal, Porto Sobramil e seis novas seções localizadas ao longo da referida escarpa. A partir dos dados obtidos, oito diferentes facies foram reconhecidas com suas respectivas assinaturas de isótopos de carbono: *Wavy Bedding Mudstone* (média $\delta^{13}\text{C} = 3,83\text{‰}$ PDB), *Hummocky/Cross-Stratified Wackestone* (média $\delta^{13}\text{C} = 3,98\text{‰}$ PDB), *Cloudina Grainstone* (média $\delta^{13}\text{C} = 4,36\text{‰}$ PDB), *Intraclastic Packstone-Grainstone* (média $\delta^{13}\text{C} = 4,19\text{‰}$ PDB), *Low-Angle Cross Laminated/Laminated Wackestone* (média $\delta^{13}\text{C} = 4,93\text{‰}$ PDB), *Cloudina Packstone* (média $\delta^{13}\text{C} = 4,74\text{‰}$ PDB), *Pelite e Reworked Volcanic Tuff Facies*, na qual o topo da Formação Tamengo foi datada por outros autores, enquadrada no intervalo $541,85 \pm 0,75$ Ma a $542,27 \pm 0,38$ Ma. Os valores de isótopos revelam valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais positivos nos horizontes com estruturas sedimentares bem desenvolvidas, nas facies carbonáticas sobrepostas às Facies Pelito e nas de granulação mais grossa (*Grainstone*, *Packstone*, *Wackestone*). Foram identificados seis padrões distintos para as fácies carbonáticas que coincidem, por sua vez, com os ciclos de raseamento ascendentes que compõem a Formação Tamengo, a qual tem sido interpretada como depositada num contexto de rampa mista sob ação periódica de tempestades, apresentando uma tendência progressiva para valores mais positivos do $\delta^{13}\text{C}$ das partes mais profundas para as partes rasas da rampa. Um contexto de rampa média para externa foi inferido para as seções Ladário-Corumbá, Goldfish, Sobramil e parte inferior da Mina Corcal, com um valor médio de $\delta^{13}\text{C} = 3,97\text{‰}$. Para a parte média da rampa, duas configurações foram interpretadas; lentes bioclásticas marcada pela presença das facies *Cloudina Grainstone* e *Intraclastic Packstone Grainstone* e sublitorâneo marcada pela presença das facies *Low-Angle Cross Laminated/Laminated Wackestone* e *Cloudina Packstone*, as duas configurações com valores médios de $\delta^{13}\text{C} = 4,33\text{‰}$ e $\delta^{13}\text{C} = 4,87\text{‰}$, respectivamente, representados na parte média e superior da Seção Mina Corcal. Ademais, a distribuição comumente observada de *Cloudina* e *Corumbella* em diferentes fácies poderia ser o reflexo da oscilação entre tempestades e condições de bom tempo; a influência periódica das ondas de tempestades ou possível tufões na rampa, evitariam a fixação das *Cloudinas* promovendo o constante retrabalhamento das caparaças, acumuladas nas fácies carbonáticas. Enquanto os *Corumbellas* provavelmente restritas às partes profundas da rampa, avançavam para as partes mais rasas durante os intervalos das tempestades, quando se estabeleciam também, as condições de decantação de argila na rampa (Fácies Pelito), o que explicaria a típica distribuição de *Cloudinas*, apenas nas fácies carbonáticas, e *Corumbella* restritas às intercalações de pelitos.

PALAVRAS CHAVE: Ediacarano, Formação Tamengo, Grupo Corumbá, isótopos de C e O, fácies sedimentares



MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO COMO BASES PARA PLANOS DE INTERPRETAÇÃO EM ÁREAS PROTEGIDAS: PERSPECTIVAS PARA APLICAÇÃO AO PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA

Vanessa Costa Mucivuna ^{1, 2}; Maria da Glória Motta Garcia ¹; Emmanuel Reynard ²

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²Instituto de Geografia e Sustentabilidade, Géopolis, Universidade de Lausanne, CH-1015 Lausanne, Suíça

RESUMO: O Parque Nacional do Itatiaia (PNI) é a primeira unidade de conservação (UC) instituída no Brasil, em 1937 e localiza-se entre os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. A área possui relevância geológica associada a (i) rochas graníticas e gnáissicas de idade pré-cambriana, (ii) rochas alcalinas de idade meso-cenozoica, e (iii) depósitos inconsolidados de idade cenozoica, dentre a qual destaca-se o patrimônio geomorfológico relacionado à tafrogênese que formou os *horsts* da Serra do Mar e da Mantiqueira e o *gráben* do Paraíba do Sul. Devido à importância e potencial de divulgação científica, a tese de doutorado tem por objetivo elaborar uma proposta metodológica para confecção de planos de interpretação de sítios geológicos em áreas protegidas. O PNI foi selecionado para estudo devido ao caráter emblemático como primeira UC do Brasil e pela importância do patrimônio geológico, representado por exuberantes feições geomorfológicas. Além disso, pouca ou nenhuma informação sobre aspectos da geodiversidade é divulgada aos visitantes. As etapas iniciais do trabalho basearam-se em inventário e avaliação quantitativa do patrimônio geológico, com destaque ao patrimônio geomorfológico. O inventário foi realizado com base em (i) revisão bibliográfica, (ii) análise do plano de manejo e de pesquisas publicadas pelo PNI, (iii) revisão de materiais de divulgação turística, (iv) entrevista com especialistas, e (v) análise de materiais cartográficos, etapas que forneceram subsídios para selecionar os potenciais sítios geológicos. A partir desta lista, procedeu-se a etapa de trabalhos de campo para avaliar e selecionar estes locais com base em critérios preestabelecidos para os interesses científico, educativo e/ou turístico. Os locais foram descritos e caracterizados de acordo com sua relevância. Como o tipo de patrimônio predominante é o geomorfológico, fez-se necessário selecionar o método de avaliação quantitativa com base nos objetivos da tese, que foi feito a partir da análise dos métodos de avaliação qualitativa e quantitativa do patrimônio geomorfológico disponíveis na literatura. A seleção foi feita a partir de revisão bibliográfica de: (i) artigos publicados em inglês, (ii) pesquisas publicadas em revistas científicas, (iii) presença de pelo menos uma das palavras-chave no título: *geomorphological heritage*, *geomorphological site*, ou *geomorphosite*. 71 artigos foram analisados com base em (i) aspectos gerais, (ii) métodos de avaliação qualitativa, (iii) métodos de avaliação quantitativa. A investigação destes trabalhos permitiu categorizar as pesquisas publicadas na temática em: (i) aplicação de métodos anteriores, (ii) criação de novos métodos, (iii) aplicação de métodos anteriores combinados com novos métodos, (iv) comparação de métodos, (v) nenhum método descrito. A análise permitiu desenvolver um panorama geral dos artigos publicados até o momento e concluir que os métodos qualitativos precisam ser mais sistemáticos e claros em relação aos critérios utilizados na seleção dos geomorfossítios e os métodos quantitativos deveriam dedicar-se a diminuir a fragilidade associadas a critérios sobrepostos, imprecisos e não transparentes. Estes resultados serão utilizados como bases para selecionar o método de avaliação do patrimônio geomorfológico mais adequando à realidade do PNI.

PALAVRAS CHAVE: Avaliação quantitativa, Geoconservação, Inventário, Patrimônio Geomorfológico, Unidades de Conservação



VARIATION OF RADIOLUMINESCENCE SENSITIVITY OF QUARTZ FROM ROCKS AND SEDIMENTS

P. Niyonzima¹, A. O. Sawakuchi¹, M. Jain², R. Kumar²

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² DTU Center for Nuclear Technologies, Technical University of Denmark

ABSTRACT: Luminescence sensitivity plays a major role on luminescence dating since poor luminescencesensitive samples can result in inaccurate equivalent doses estimates. Hence luminescence dates can also be inaccurate. Thepresence of RL emission bands in shorter wavelengths (ultra-violet) during artificial irradiation may be the cause of the bleaching and diminishing effects of optically stimulated luminescence (OSL) in natural quartz itself just like during OSL stimulation. In this presentation, we will be presenting the work on the investigation of radioluminescence (RL) of quartz samples from different geological settings and their sensitivity variation based on their provenance. Quartz from both sediments and rocks of different provenances were analyzed using RL. Two RL broad emission bands were detected for each sample. The first band is centered at 380 nm (Ultra-Violet) which is dominating while the second band is centered on 630 nm (blue).The deconvolution of these bands confirmed that spectrum is at least the sum of four emission bands located between 200 – 800 nm.The general observation is that the RL sensitivity differs to each other according to their provenance and whether is collected from rocks or from sediments. Generally, quartz from sediments is more sensitive compared to that from rocks. The geological origin of quartz also plays an important role on RL sensitivity, opening to the use of RL for sediment provenance analysis.

KEYWORDS: Radioluminescence, Sensitivity of quartz



O USO DE JOGOS DIDÁTICOS PARA A DIVULGAÇÃO DO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS

Luis Henrique Marins Nogueira Nunes¹, Fabiana Curtopassi Pioker-Hara¹, Ligia de Lima Gomes², Eliana Maria de Lima¹

¹ IG - Unicamp

² UNIFAI – Centro Universitário Assunção

RESUMO: Esse trabalho tem como objetivo incentivar a divulgação como também a construção de Jogos didáticos para o ensino de Geociências. Dentro destes conteúdos os assuntos de paleontologia são pouco trabalhados nas aulas de ciências, apesar de sua relevância. Este trabalho retrata uma pesquisa da área da paleobotânica, através de um inventário dos fósseis de plantas do Geopark do Araripe. A partir desse inventário foi feita a criação de um jogo didático que visa incentivar o ensino de paleobotânica, como a divulgação do mesmo, servindo como um mecanismo lúdico para ensinar e aproximar os alunos do ensino formal e informal a assuntos de geociências e paleontologia. O Jogo didático contém diversas espécies dos fósseis de plantas coletadas na área do Geopark do Araripe, os locais onde foram depósitos, como também as plantas atuais as que esses fósseis poderiam corresponder evolutivamente nos dias de hoje. Em seu contexto prático e lúdico o jogo possui diversas dicas em que o aluno busca por associação e do uso da lógica dedutiva, associando, interpretando e descobrindo como encontrar o local em que o fóssil de planta foi parar, como a evolução do táxon e da história do mesmo, através de uma carta sorteada pelo professor ou mediador. Essas cartas são divididas em três grandes grupos cada qual respondente a uma dica focal: “SOU UM FÓSSIL!” (1); “SOU UM MUSEU!” (2) ou “SOU UMA PLANTA ATUAL!” (3). Para a implementação e validação do jogo foi preparado um catálogo, que contém essas espécies de fósseis. Além disso, foi aplicado um questionário antes do jogo e um posterior ao jogo, como forma de avaliar a aprendizagem e o grau de aprofundamento, aproximação e de impacto positivo que o jogo poderia acarretar nos alunos e na escola. A aplicação do jogo foi realizada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Monsenhor Joviniano Barreto, escola pública da prefeitura municipal de Juazeiro do Norte-CE, essa escola está localizada no centro da cidade a que pertence ao Geopark do Araripe, posteriormente a aplicação foi construído um Blog na Plataforma WIX, para que o jogo e sua aplicação pudessem ser divulgados a outros professores. Após as análises do jogo “Detetive Paleontológico” a que se refere o trabalho, concluímos que o mesmo pode servir como um mecanismo facilitador do ensino aprendido e da divulgação dos conteúdos de Geociências, como também de Paleontologia, Botânica, Morfologia, Anatomia, História e Geografia de forma interdisciplinar.

PALAVRAS CHAVE: Paleobotânica, jogos didáticos, ensino de Geociências, Divulgação Científica



GEOCHEMICAL AND PETROLOGICAL CONSTRAINTS ON THE ORIGIN OF THE A-TYPE ITU GRANITIC BATHOLITH, BRAZIL

Giovanna de Souza Pereira, Valdecir de Assis Janasi

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

ABSTRACT: The post-orogenic Itu Batholith (580-560 Ma) in SE Brazil comprises four main plutons that result from the successive emplacement and interaction between several magmatic pulses of dominantly granitic composition at shallow crustal levels. The plutons share several key features (e.g., A-type geochemical signature), but each has its own structural pattern and distinctive geochemical and isotopic identity, in spite of wide faciological variation. The ~560 Ma Cabreúva Pluton, the most voluminous unit, has a simple zoning pattern with predominant coarse-grained hololeucocratic syenogranite varying to a medium-grained facies towards the border. This is perturbed at the center of the pluton by an association of porphyritic granite and melagranite that is interpreted as a product of replenishment by a pulse of more mafic magma. The Salto Pluton, of similar age, is mainly composed of coarse-grained hornblende-biotite rapakivi granite, with a cupola unit of leucogranite showing miarolitic cavities, both strongly affected by hydrothermal alteration. Replenishment by new pulses of felsic magma intruding granite mushes resulted in a body of porphyry granite and abundant felsic microgranular enclaves. The ~580 Ma Indaiatuba Granite corresponds to remnants of an early intrusion of coarse-grained rapakivi granite with both felsic and mafic microgranular enclaves. It is locally intruded by hololeucocratic varieties of the as the Itupeva Pluton (584 – 577 Ma). The latter is the most complex of the four units, comprising several textural varieties from equigranular granodiorite to porphyritic to inequigranular biotite monzo and syenogranite, and hosts small bodies of hybrid mafic rocks and mafic microgranular enclaves, attesting to recurrent replenishment by basic magmas. Important geochemical contrasts are observed between the dominant granitic rocks from the different plutons, mostly in trace-elements as Sr, Ba, Zr and the ETR, and in the mg#. While the variations in whole-rock mg# can be attributed to differences in redox conditions (e.g., low mg# is typical of ferromagnesian minerals and whole-rock of Cabreúva, as contrasted with Salto and Itupeva), the trace-element and isotope (Nd and Sr) contrasts reflect differences in sources (interpreted to be dominantly of meta-igneous character) and degree of contribution from basic magmas derived from the enriched mantle.

KEYWORDS: granitic pluton, microgranular enclaves, replenishment, magma mingling



ANÁLISE GEOESTATÍSTICA APLICADA PARA MAPEAMENTO TRIDIMENSIONAL DE VALORES DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA ESTIMADOS POR SONDA HPT

César Petroni; Alexandra Suhogusoff

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: O avanço tecnológico e dos métodos de aquisição de dados vem transformando a abordagem técnica e econômica de estudos hidrogeológicos relacionados à proteção e exploração de aquíferos sedimentares inconsolidados. Novos instrumentos hoje disponíveis integram amostragem e análise dinâmica de solo e águas subterrâneas em tempo real e de alta densidade a interpretações hidroestratigráficas e mapeamento de permeabilidade em três dimensões. Dentre as ferramentas de mapeamento hidroestratigráfico, destaca-se a *Hydraulic Profiling Tool* (HPT), uma sonda que injeta água enquanto avança em profundidade, medindo constantemente a vazão de injeção e a resposta de pressão, o que possibilita a obtenção de valores de condutividade hidráulica (K) *in situ*. Mapas de K gerados a partir de dados HPT são essenciais para uma interpretação hidroestratigráfica com detalhe de zonas de transporte de contaminantes, para a definição de horizontes de exploração da água subterrânea e para a modelagem matemática de fluxo de água subterrânea. Este estudo se propõe analisar um conjunto de sondagens HPT realizadas na Região Metropolitana do Recife, aquífero Boa Viagem, aquífero livre constituído por um conjunto de depósitos recentes, incluindo aluviões, coluviões, terraços fluviais, terraços marinhos, areias de praia, paleomangues e dunas antigas. As atividades de campo para realização das sondagens HPT e descrições geológicas ocorreram no período entre novembro de 2016 e junho de 2017. Após as atividades de campo, a primeira etapa de trabalho consistiu no tratamento geoestatístico dos dados de K através da construção de histogramas, variogramas, análise exploratória, ajuste de variogramas experimentais e análise da correlação dos dados através da validação cruzada. Este tratamento foi utilizado para a obtenção de mapas de K através da krigagem ordinária, método comumente utilizado para a obtenção de mapas de teores através da interpolação de variáveis regionalizadas. A partir dessa krigagem, foram realizadas comparações entre os resultados da validação cruzada e dos mapas de K gerados considerando dois cenários distintos: um com o uso de toda base de dados de K, que incluiu tanto dados *soft* quanto dados *hard*, e outro com apenas o uso de dados *hard*. O efeito da distância média entre as sondagens HPT no resultado da krigagem ordinária foi avaliado comparando-se os resultados obtidos na malha original com os resultados da validação cruzada e dos mapas de K gerados com malhas de amostragem progressivamente mais espaçadas. Por fim, os dados de K foram discretizados e tratados para a obtenção de mapas de probabilidade litológica através do uso da krigagem indicadora, método adequado para conjuntos de dados que apresentam distribuição de frequência com assimetria positiva. A próxima etapa prevê o estudo do uso do método da co-krigagem dos mapas de indicadores com descrições geológicas de sondagens existente na área, possibilitando um maior detalhamento e *upscaling* dos mapas de probabilidade litológica.

PALAVRAS CHAVE: condutividade hidráulica; geoestatística; HPT



GEOTERMOBARMETRIA DE GRANITOS HOSPEDEIROS E DE DEPÓSITOS AURÍFEROS DISSEMINADOS E FILONARES DA PROVÍNCIA AURÍFERA DE ALTA FLORESTA (MT): IMPLICAÇÕES GEOTECTÔNICAS E METALOGENÉTICAS

Danilo Pineschi, Rafael Rodrigues de Assis

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: A Província Aurífera de Alta Floresta (PAAF), porção meridional do Cráton Amazônico, corresponde a uma faixa constituída essencialmente por rochas plutônicas, vulcânicas e vulcanossedimentares paleoproterozóicas, que se estende por mais de 500 km na direção NW-SE. Nesse contexto, a colocação de corpos graníticos cálcio-alcálicos pós-orogênicos do tipo I tem sido considerada como essencial para a instalação de sistemas magmático-hidrotermais e formação de suas diversas mineralizações de Au \pm Cu (\pm Zn, Pb, Mo), posicionadas em diferentes níveis crustais e lavradas por atividade garimpeira. Estudos de química mineral em minerais hidrotermais (e.g. clorita e mica branca) são escassos na província, enquanto que os aplicados em minerais ígneos primários (e.g. hornblenda e plagioclásio) permanecem inéditos. Estudos dessa natureza são importantes, pois permitem acessar informações referentes à temperatura, pressão e fO_2 em que as fases minerais teriam se formado e, com isso, permitem fazer avaliações de caráter geotectônico e de caráter metalogênético. Assim sendo, este projeto de pesquisa tem como objetivos principais a determinação das condições de cristalização, a partir dos dados de química mineral obtidos em microsonda eletrônica, de granitos hospedeiros de importantes mineralizações auríferas da PAAF, juntamente com a determinação das condições de cristalização de minerais hidrotermais espacial e temporalmente relacionados às mineralizações. Os depósitos disseminados de Au \pm Cu do Pé-Quente e o depósito filonar Au + Zn + Pb \pm Cu do Francisco correspondem a potenciais estudos de caso para este projeto.

PALAVRAS CHAVE: Província Aurífera de Alta Floresta; mineralizações auríferas; geotermobarometria; química mineral



POR QUE EXISTEM TANTOS POÇOS IRREGULARES NO BRASIL?

Antonio Pinhatti, Ricardo Hirata

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Num contexto onde o abastecimento urbano de água é feito exclusivamente por água subterrânea em 39% dos municípios e em outros 14% utilizando-se os dois mananciais, superficial e subterrâneo; e onde as estimativas são de que mais de 70% dos poços tubulares são clandestinos ou desconhecidos do poder público e 92% são irregulares, ou seja, foram perfurados e operam sem as devidas autorizações; busca-se compreender por que não se tem uma governança adequada da água subterrânea, e por que há tantos poços irregulares no Brasil. Dentre os pressupostos motivos estão: a) os usuários e tomadores de decisão não veem problema na falta de cumprimento legal, entendendo como uma norma puramente administrativa e burocrática; b) os usuários são pouco informados da obrigação deste procedimento e a sociedade vê as leis de água subterrânea como aquelas que “não precisam ser seguidas” e que o não cumprimento não trará nenhum risco ou consequência; c) os usuários têm a percepção de que o processo de outorga é moroso, custoso e com retorno duvidoso; d) a estrutura de governo existente não está preparada para fiscalizar as irregularidades; e) não há, por parte do governo, a “vontade” da aplicação efetiva da lei; f) os conflitos pela água não são aparentes, pois não são entendidos pelas partes, dando a falsa impressão de que os problemas não existem e não há necessidade de medidas mais restritivas de controle; g) usuários, muitas vezes, preferem manter-se na clandestinidade, na intenção de se absterem do pagamento da tarifa correspondente ao esgotamento sanitário do volume de água subterrânea captada; e h) certas empresas de perfuração são coniventes com as irregularidades. Com o objetivo de compreensão dos reais motivos que levam às irregularidades, visando desenvolver modos de aprimorar a governança da água no Brasil, a metodologia que se utiliza tem duas partes: a) análise da experiência de outros países, incluindo o México, Chile, EUA (Estado da Califórnia) e Espanha, que adotam diferentes modelos de gestão de recursos hídricos, possuem distintos critérios legais e de Direito da Água e que apresentam desde situações onde, praticamente, não existem poços irregulares, até situações semelhantes à brasileira, com elevada taxa de irregularidade. Espera-se, desse modo, compreendendo os aspectos motivadores das irregularidades e ponderando os aspectos benéficos, mas também os contraproducentes da experiência estrangeira, possa-se definir ações aplicáveis e determinantes na transformação dessa situação, que levem ao uso equitativo e sustentável das águas subterrâneas no Brasil. Tal avaliação permitirá inclusive que se estabeleça quais questões deverão ser colocadas a vários entrevistados, na etapa posterior; b) análise de conteúdo de entrevistas qualitativas e quantitativas com usuários de água subterrânea, perfuradores, representantes de governo e de órgãos controladores e pesquisadores. Essas entrevistas serão feitas aos grupos de interessados no Estado de São Paulo e no exterior, incluindo os países que a legislação e experiências serão estudadas. Espera-se que ao final do trabalho se estabeleçam as reais motivações para a irregularidade dos poços no país e se construa um conjunto de recomendações para minimizar tamanha negligência ao recurso hídrico subterrâneo.

PALAVRAS CHAVE: Gestão de recursos hídricos; Governança da água; Outorga de águas subterrâneas; Poços clandestinos; Uso irregular das águas subterrâneas



RESPOSTA DA PORÇÃO SUPERIOR DA COLUNA D'ÁGUA NA ORIGEM DA CORRENTE DO BRASIL AOS EVENTOS DE DESINTENSIFICAÇÃO DA CÉLULA DE REVOLVIMENTO MERIDIONAL DO ATLÂNTICO DURANTE OS ÚLTIMOS 80 KA

Pinho, T.M.L.^{1}; Chiessi, C.M.¹; Portilho-Ramos, R.C.²; Campos, M.C.¹; Crivellari, S.¹; Albuquerque, A.L.S.³; Bahr, A.⁴*

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

²Universidade de Bremen, Alemanha

³Universidade Federal Fluminense

⁴Universidade de Heidelberg, Alemanha

RESUMO: A porção oeste do Atlântico Sul desempenha um papel importante na distribuição inter-hemisférica de calor e salinidade através da Corrente Norte do Brasil e da Corrente do Brasil (CB), uma vez que estas correntes fazem parte de maneira direta e indireta, respectivamente, do ramo superficial da célula de revolvimento meridional do Atlântico (CRMA). Um estudo recente sugere que intervalos de desintensificação da CRMA do último período glacial (e.g., Heinrich *Stadials* - HS) causaram marcante acúmulo de calor e salinidade na CB que contribuíram para a ocorrência de anomalias positivas de precipitação sobre as porções central e leste do Brasil gerado uma mega - Zona de Convergência do Atlântico Sul (Mega-ZCAS). No entanto, a comprovação e consequências de tais acúmulos de calor e salinidade bem como das anomalias positivas de precipitação sobre a porção superior da coluna d'água na origem da CB ainda são desconhecidas. Esse projeto de mestrado tem como objetivo investigar as mudanças ocorridas na porção superior da coluna d'água na origem da CB durante os últimos 80 ka com especial ênfase para os HS. Para tal, os testemunhos sedimentares marinhos M125-95-2/3 (ca. 10°56' S; 36°12' W; 1950 m de lâmina d'água) coletados na margem continental nordeste brasileira serão investigados com base na assembleia e composição isotópica ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$) de foraminíferos planctônicos. Esses testemunhos foram coletados nas proximidades da desembocadura do rio São Francisco, cuja cabeceira está sob a influência da ZCAS. Desta maneira, espera-se que estes testemunhos tenham registrado tanto o impacto do acúmulo de calor e salinidade na origem da CB associado à desintensificação da CRMA, como aquele oriundo do aumento na descarga do rio São Francisco associado à Mega-ZCAS. Resultados preliminares da abundância da espécie de foraminífero planctônico *Globigerinoides sacculifer* mostram marcantes aumentos durante o HS1 e o HS0, sugerindo condições oligotróficas nesses intervalos. Visto que os HS podem, até certo ponto, ser considerados como análogos pretéritos de condições futuras e que uma redução de até 44% (entretanto, a ocorrência de um colapso não pode ser excluída) da intensidade da CRMA está prevista para ocorrer até o final do século, um melhor entendimento das consequências que tal redução/colapso possa produzir no topo da coluna d'água se faz urgente.

PALAVRAS CHAVE: foraminíferos planctônicos; Atlântico Sul; Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico; Heinrich Stadials; isótopos estáveis de carbono e oxigênio



CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA E ESTRUTURAL DE AQUÍFEROS FRATURADOS EM REGIÃO DE CLIMA TROPICAL

Daphne Silva Pino¹, Amélia João Fernandes², Reginaldo Bertolo¹

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

² Instituto Geológico

RESUMO: Na literatura científica mundial, os aquíferos cristalinos costumam ser menos abordados do que os aquíferos sedimentares, devido não apenas à sua maior complexidade hidráulica em função dos efeitos de heterogeneidade e de escala, mas também à necessidade de maiores investimentos para a condução de estudos. Não obstante, há um consenso quanto à importância de avanços nos estudos desses aquíferos, dado seu relevante papel no abastecimento de água em muitas regiões do globo. A compreensão da dinâmica do fluxo da água subterrânea nos meios fraturados depende da caracterização geométrica de suas estruturas rúpteis (falhas, juntas), sendo uma parte delas paralela a estruturas mais antigas (foliação, dobras, zonas de cisalhamento). Na Região Metropolitana de São Paulo, há poucas investigações ambientais em aquíferos cristalinos; em geral, os estudos limitam-se à porção sedimentar. Este é o caso do Canal do Jurubatuba, uma área reconhecidamente complexa não somente geologicamente, mas inclusive do ponto de vista do gerenciamento ambiental. Para melhor avaliar a contaminação nessa unidade aquífera, é essencial conhecer a hidráulica do aquífero fraturado e sua relação com o aquífero sedimentar. Nesse contexto, foram utilizadas tecnologias avançadas diversas para a avaliação de detalhe do aquífero cristalino fraturado em um *site* contaminado no Jurubatuba. O método *Discrete Fracture Network* (DFN) proposto por Parker (2007) consiste em uma série de atividades consecutivas que visam caracterizar detalhadamente o aquífero fraturado, do ponto de vista físico e hidráulico, bem como determinar o comportamento do contaminante tanto na rocha como na água subterrânea. Dois fatores o diferenciam dos métodos convencionais de pesquisa de aquíferos fraturados contaminados: (1) uso de testemunhos de rocha para análises de contaminantes, e (2) uso de membranas flexíveis que selam a perfuração. Através da análise de afloramentos e de perfis geofísicos em furo de sondagem, foram identificadas 9 famílias de fraturas na área de estudo, destacando-se os grupos N60-70E de baixo ângulo, N45-75E de alto ângulo, N34-46W de baixo ângulo, N28-32W de médio ângulo, e N15-40W de alto ângulo. Sua distribuição está relacionada à litologia, conforme observado em testemunhos de sondagem e afloramentos. Por sua vez, as famílias de fraturas influenciam os valores de transmisividades hidráulicas, variando de 10^{-6} a 10^{-4} m²/s nos trechos ensaiados com obturadores de pressão em que ocorrem fraturas das famílias identificadas. A partir dos resultados obtidos, foram instalados dois sistemas de monitoramento multinível: Westbay e CMT, utilizados, entre outras atividades, para a avaliação de gradientes hidráulicos verticais. Este estudo foi realizado essencialmente em uma dimensão, sendo recomendada a execução de mais perfurações (inclusive inclinadas) na área, tanto para a instalação de mais sistemas multiníveis de monitoramento como para suprir a escassez local de afloramentos subverticais. Embora muitos dos métodos testados apresentem custos elevados, ressalta-se a importância da combinação de diferentes métodos para a caracterização robusta do meio fraturado, cujo conhecimento é essencial para definição dos caminhos do fluxo de água subterrânea e realização de trabalhos de gestão ambiental no caso de aquíferos contaminados.

PALAVRAS CHAVE: aquífero fraturado, fraturas, hidráulica, Jurubatuba



VARIABILIDADE ESPACIAL DE PALEOCORRENTES EM SUCESSÕES FLUVIAIS

Mariane Vivan Ponte, Renato Paes de Almeida

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Caracterizar e estabelecer relações de reconhecimento entre o porte dos rios atuais e do registro geológico sempre foi uma temática recorrente na área da geologia fluvial. Através do levantamento por meio do sensoriamento remoto de depósitos recentes deixados durante a migração lateral de rios ativos (scrolls) e seus picos de vazão, obtiveram-se parâmetros que possibilitaram identificar padrões que individualizam cada estilo de canal. Para estabelecer aplicabilidade nos rios antigos, desenvolveu-se o método no qual o trabalho se calca, possibilitando a reconstrução da sinuosidade do canal por meio de dados de paleocorrente, pois o mesmo se manifesta como um vetor da direção do paleofluxo devido ao seus processos sedimentológicos (Potter e Pettijohn, 1963). A coleta de dados de paleocorrente é sistemática e estratigraficamente controlada de forma que possam ser atribuídas a um mesmo evento de avulsão do canal (Miall, 1977; Mclaurin e Steel, 2007). Desta forma escolheu-se o Membro Banzaê da Formação Marizal localizado na Bacia do Tucano Central (BA) devido aos recentes estudos acerca da temática posta (Clavijo, 2017; Almeida et al. 2015; Freitas et al. 2017), e selecionados dois alvos (Banzaê e Tucano) com quatro discriminadas camadas de fácil acesso e correlação. Os dados passam por tratamentos estatísticos de dados direcionais e lhes são atribuídas variáveis regionalizadas (Fischer, 1993; Matheron, 1963; Rodriguez, 2013; Sturaro, 2015) estimando os raios médios de curvatura em função das distâncias de coleta em campo. A análise é realizada em duas etapas: (1) utiliza-se a variância circular das paleocorrentes a fim de limitar o estilo de canal em função das variâncias (boxplot) obtidas no levantamento dos rios atuais; (2) com o raio médio de curvatura advindo do variograma, compara-se a regressão linear proveniente da relação dos raios médios de curvatura (m) e vazões de pico (m^3/s) do rios atuais respectivas ao estilo de canal estabelecido no passo (1), estimando a paleodescarga do nível em estudo. O comportamento dos dados revelou baixas variâncias (entre 0,11 e 0,18) que indicam pouca dispersão da variabilidade direcional do paleofluxo. No alvo Banzaê, as reconstruções dos scrolls proporcionaram dimensionar suas curvaturas médias de deposição sendo, para a camada A o raio médio de 1.058,0 m e 1.348,0 m para a camada B. Nos níveis 1 e 2 do alvo Tucano, foram reconhecidos respectivos raios de 365,0 m e 1.072,9 m. A concentração dos dados de variabilidade, quando comparado com os parâmetros nos rios atuais, mostra que o estilo do canal estudado é o entrelaçado de médio a grande porte com vazões da ordem de 21.806,9 m^3/s a 30.293,7 m^3/s , com exceção do Nível 1, com apenas 1.518,5 m^3/s . As paleovazões de maior ordem podem ser associadas a maturidade da instalação do rio, já a de menor ordem podem ser interpretada como remanescente do processo inicial de incisão.

PALAVRAS CHAVE: variabilidade espacial, paleocorrente, variância circular, paleovazão



MODELAGEM NUMÉRICA DE PROCESSOS DE TRANSPORTE SEDIMENTAR FLUVIAL NA PLANÍCIE AMAZÔNICA

Ariel Henrique do Prado, Renato Paes de Almeida

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A compreensão dos fenômenos que moldam a geomorfologia da planície Amazônica é de grande importância para a interpretação de dados de datações e proveniência obtidos nesse ambiente, para assim reconstruir sua história. O uso de modelos numéricos para simular fenômenos como transporte de massa, incisões, avulsões e abertura de vales pode se mostrar bastante útil, pois permite a construção de cenários passados similares aos reais a partir de hipóteses sobre como tais eventos poderiam ter se comportado em uma escala espacial e temporal de interesse. Assim é apresentada a proposta de um modelo que se baseia no uso da equação de difusão para simular o transporte sedimentar onde o coeficiente de difusão é calculado através da descarga associada a cada célula dentro de uma grade de topografia multiplicada a um coeficiente que depende do material do solo. Esse modelo tem como objetivo elucidar a resposta da topografia da planície Amazônica às variações do nível eustático, a velocidade de recuo do knickpoint e a distribuição de Terra Firme, Várzea e Igapó no espaço em uma escala temporal de milhares de anos. Como uma primeira abordagem a equação de difusão foi aplicada em um caso 1D simulando o vale do rio Solimões desde os Andes até seu estuário, o coeficiente de difusão foi calculado a partir de uma equação no qual depende de valores reais de descarga do rio Solimões. Outra abordagem tem a intenção de simular a abertura de um vale durante e após um evento de incisão, através de uma função exponencial que depende da vazão do canal e da distância do talvegue que calcula a distribuição de valores de difusão dentro do canal e na planície de inundação. A partir dos modelos foi concluído que a topografia de pontos de planícies aluviais mais distais do estuário respondem de maneira retardada às variações nos níveis eustáticos e com uma amplitude menor. Além disso, a taxa de alargamento dos vales se mostrou dependente da vazão e da taxa de preenchimento de sedimentos dentro dos mesmos, contudo os valores de difusão ainda precisam ser ajustados para um vínculo mais realista. No estágio atual do projeto está em desenvolvimento o modelo 3D com uso da equação de difusão, para simular cenários mais complexos de transporte sedimentar na planície Amazônica e para calibrar os valores de difusão através da comparação com dados reais, como aporte sedimentar dos rios da Amazônia.

PALAVRAS CHAVE: Modelagem 3D, Rio Solimões, Equação de difusão, Abertura de vales, Recuo do knickpoint



PRELIMINARY ASSESSMENTS OF THE COLOUR PATTERNS OF TAPEJARID PTEROSAURS FROM THE CRETACEOUS CRATO FORMATION (ARARIPE BASIN, NE BRAZIL)

Gustavo M. E. M. Prado¹, Felipe L. Pinheiro², Luiz E. Anelli¹

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Laboratório de Paleobiologia, Universidade Federal do Pampa

ABSTRACT: Since 2008, the identification of melanosomes in fossils of exceptional preservation have enabled palaeontologists to suggest the possible colour patterns and physiological traits of many extinct animals. Melanosomes are organelles responsible for the synthesis and storage of melanin, the commonest type of natural pigment. Among all types, the eumelanin is produced by eumelanosomes, whose morphology can be oblate to rod-shaped, and size varying between 0.12 to 2.0 μm . As pterosaur lineages were extinct at the end of the Cretaceous Period, leaving no descendants, and because few specimens exhibit preservation of soft tissues, the presence of these organelles remain poorly known for this group. In the present study, small fragments of the headcrest of two Tapejarid pterosaurs were collected and examined under electron microscope and chemical techniques. The specimens *Tupandactylus imperator* and *Tupandactylus navigans* are preserved in micritic limestones from the Crato Formation (Araripe Basin, NE Brazil). The result of the SEM-EDS analysis in *T. imperator*, revealed the presence of oblate microbodies consisted mainly of C and P, whereas in *T. navigans* they are rod-shaped and composed by Fe and O. SR- μ XRF indicated additional elements in both specimens, such as Cu, Mn, Sr and Zn; all occurring as trace amounts. Raman Spectroscopy of *T. imperator* exhibited bands typical of eumelanin, whereas in *T. navigans* they showed spectra of iron oxyhydroxides. The melanin spectra are also supported by the oxidation process and HPLC analysis, which revealed the presence of eumelanin chemical markers, the pyrrole-2,3,5-tricarboxylic acid (PTCA), pyrrole- 2,3,4,5-tetracarboxylic acid (PTeCA) and pyrrole-2,3-dicarboxylic acid (PDCA). Considering the morphology of eumelanosomes and their chemical ID, it is possible to speculate that both *T. imperator* and *T. navigans* had a dark brown to matte black headcrest. However, questions regarding these pigments have also emerged. For instance, why melanosomes were preserved differently, and how it occurred? Because both species share overall similarities, it is also possible that colour patterns may represent a display trait, which it could mean the existence of sexual dimorphism in Tapejaridae. Aside these questions, we expect that more evidences will shed light on the palaeobiology and taphonomy of Crato pterosaurs. [GMEMP Scholarship: CAPES]

KEYWORDS: Melanin, Melanosomes, Pterosaurs, Palaeocolour, Crato Formation



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E CONSTRUÍDO EM ÁREAS URBANIZADAS: UM ESTUDO NA BAIXADA SANTISTA (SP)

Debora Silva Queiroz, Maria da Glória Motta Garcia, Eliane Aparecida Del Lama

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Os elementos que compõem a diversidade geológica têm sido usados desde as primeiras civilizações para benefício do homem e, por serem formados por processos desenvolvidos em uma escala de tempo que extrapola a escala humana, a percepção das pessoas, em geral, é de que sejam duráveis e resistentes. Em muitos casos, os elementos da geodiversidade, que compõem os locais de interesse geológico, estão sujeitos a ameaças, dentre as quais a urbanização. Neste contexto, os municípios de Santos, São Vicente e Cubatão (Baixada Santista – SP) constituem-se em locais nos quais o meio natural vem sendo modificado. Com o propósito de reconhecer e avaliar o patrimônio geológico destes municípios e identificar o papel da urbanização na conservação deste patrimônio procedeu-se o inventário de locais de interesse geológico. O inventário estabeleceu seis geossítios (Granito Santos, Milonitos da Zona de Cisalhamento Cubatão, Migmatitos Bandados da Pedreira Maria Teresa, Gnaisses Migmatíticos da Praia dos Milionários, Migmatitos do Terreno Costeiro da Antiga Pedreira dos Beneditinos e Gnaisse do Terreno Embu da Cachoeira Vêu de Noiva) e três sítios da geodiversidade (Rampa de Colúvio do Engenho dos Erasmos, Granito da Pedra da Feiticeira e Mirante Caminhos do Mar), que representam a história geológica da região no período do Neoproterozoico ao Quaternário. Os resultados indicam que estes municípios possuem locais de interesse geológico que, apesar de constituírem-se em importantes registros do passado e da história evolutiva da região, não são prioridade nos planos de ordenamento do território. Identificou-se um número reduzido de afloramentos devido à interferência da expansão urbana. Verificou-se que alguns dos elementos da geodiversidade estão presentes nas edificações, como é o caso das rochas utilizadas em diversas construções. Realizou-se, então, um estudo dos materiais pétreos empregados nos prédios e constatou-se forte relação do patrimônio geológico com a urbanização, representada por um rico patrimônio construído composto por vinte e oito edificações em Santos, seis em São Vicente e oito em Cubatão. Nas primeiras construções utilizaram-se principalmente as rochas disponíveis no entorno (granito e gnaisse) como bases e molduras de portas e janelas. Com o desenvolvimento da economia foram introduzidas rochas exóticas (principalmente mármore e calcários) na ornamentação dos edifícios. Com base nos resultados, os locais de interesse geológico foram classificados de acordo com o regime de propriedade, segundo áreas protegidas, públicas ou privadas para fins de elaboração de propostas de gestão e valorização tanto para o patrimônio geológico quanto para o patrimônio construído. Estas propostas foram apresentadas sob a forma de roteiros de visitação temáticos, englobando tanto aspectos naturais quanto construídos. Espera-se que o inventário contribua para que os locais de interesse geológico sejam considerados nos planos de ordenamento do território, evitando que ações antrópicas, como a urbanização, interfiram nos registros importantes da história geológica da Terra. Destacam-se os benefícios que a conservação e a valorização dos elementos geológicos podem trazer à população, que poderá usufruir de forma sustentável destes locais. Os roteiros de visitação têm potencial para serem utilizados pelos setores turístico e educativo para incrementar ações já implementadas, incentivando o turismo local de forma sustentável.

PALAVRAS CHAVE: patrimônio geológico, patrimônio construído, urbanização, baixada santista



MODELAGEM TERMOCRONOLÓGICA ACOPLADA À MODELAGEM DE SISTEMAS PETROLÍFEROS: METODOLOGIA E EXEMPLOS DA CORDILHEIRA ORIENTAL, COLÔMBIA

Juan Carlos Ramirez-Arias, Mauricio Parra

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A história térmica das bacias sedimentares governa os processos de transformação da matéria orgânica das rochas geradoras de hidrocarbonetos. Normalmente, a reconstrução da história térmica é baseada na história de sedimentação da bacia e nos indicadores de maturidade térmica, chamados também de paleotermômetros, tais como o T_{max} e a refletância da vitrinite (R_o). Porém, estes últimos não fornecem por si só informação sobre a idade dos eventos térmicos, de forma que diversas histórias térmicas podem gerar os mesmos dados paleotermométricos. Visando determinar a idade dos eventos de aquecimento e resfriamento ocorridos entre 280°C e 50°C, dados termocronológicos de traços de fissão e (U-Th)/He em apatita e zircão precisam ser incorporados na modelagem térmica. A Cordilheira Oriental da Colômbia é o resultado da inversão tectônica Cenozoica de bacias locais de *back-arc* de idade Cretáceo Inferior que coalesceram no Aptiano-Maastrichtiano devido à subsidência térmica (Sarmiento-Rojas, 2019). A mais prolífica rocha geradora de hidrocarbonetos do mundo, a Formação La Luna e unidades correlatas (Cenomaniano-Turoniano), foi acumulada neste episódio de subsidência térmica na parte noroeste da América do Sul. Posteriores eventos de inversão tectônica e exumação com magnitude variável ocorridos no Maastrichtiano-Paleoceno, Eoceno, Oligoceno-Mioceno e Mioceno-Plioceno têm sido documentados em diversas regiões (Mora et al., 2010; Ramirez-Arias et al., 2012). Esta inversão tectônica episódica tem como consequência o desenvolvimento de histórias térmicas e de geração de hidrocarbonetos variáveis em cada região da bacia. Uma compilação regional de dados termocronométricos e paleotermométricos, assim como a geração de dados novos em regiões pontuais, tem permitido quantificar eventos de aquecimento e resfriamento ao longo da Cordilheira. Os dados da refletância da vitrinite em poços e superfície limitam a geração dos hidrocarbonetos da Formação La Luna e correlatas e para outros níveis do Cretáceo Inferior na região da Cordilheira. Más as evidências termocronológicas sugerem que a história de geração nesta região foi interrompida durante o Oligoceno Superior-Mioceno Inferior durante um evento de exumação e resfriamento (Mora et al., 2010). Nos flancos da Cordilheira, as rochas da Formação La Luna e correlatas não apresentam valores de R_o que sugiram uma geração importante de hidrocarbonetos, devido à combinação de fluxos de calor menores pela localização externa do *back-arc* e a falta de rochas de sobrecarga recentes. Nas bacias do Magdalena ao oeste e dos Llanos ao leste, as quais não tem uma exumação recente importante, a maturidade das rochas geradoras depende da espessura das rochas de sobrecarga do Mioceno-Plioceno. Uma outra região com maior incerteza, são os blocos de *sub-thrust* nos flancos da Cordilheira Oriental, donde a modelagem termocinemática sugere que as rochas geradoras puderam atingir a maturidade necessária para gerar hidrocarbonetos pela sobrecarga tectônica no Mioceno-Plioceno. E assim que a geração dos hidrocarbonetos tem um controle pela deformação dos diversos domínios estruturais da Cordilheira e a distribuição dos depósitos das bacias adjacentes. Além disso, a distribuição da qualidade e quantidade da matéria orgânica nas rochas geradoras podem ajudar na definição da distribuição dos sistemas petrolíferos na Cordilheira Oriental e nas Bacias do Magdalena e dos Llanos.

PALAVRAS CHAVE: Termocronologia, Paleotemperatura, História Térmica, Sistemas Petrolíferos, Cordillera Oriental



PALINOLOGIA FORENSE

Cynthia Ramos, Paulo Eduardo de Oliveira

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Atualmente no Brasil, alguns estudos estão sendo desenvolvidos visando gerar protocolos para a Palinologia Forense, adaptados à realidade ambiental do Brasil, baseando-se em protocolos internacionais consagrados e buscando adequações para as práticas forenses no país. Este trabalho apresenta o projeto em andamento nesta área: “Potencial forense de microvestígios biológicos associados à ecossistema costeiro no Brasil” da mestrandia Cynthia Ramos, que é parte integral do programa “Investigação de Microvestígios de Interesse Forense” financiado pela CAPES em parceria entre a USP, UFPR, UFTPR e o corpo de peritos da Polícia Federal. Através de simulações de ambientes de crimes em regiões do litoral do Estado de São Paulo, nas proximidades do Município de Bertioga, o trabalho pretende estabelecer procedimentos e protocolos de prospecção, coleta, condicionamento e análise de microvestígios de interesse forense, por meio de estudos palinológicos e geológicos, além de reconstruir de rotas de deslocamento de vestimentas e objetos por meio de desenvolvimento de protocolos que reflitam a realidade ambiental local, em termos de fontes de sinais forenses e principalmente caracterizar assinaturas polínicas modernas da vegetação de diferentes localidades para confrontação com rotas simuladas de deslocamento de indivíduos em transectos que envolvam condições ambientais de praia, restingas, floresta e manguezais. Após a exposição das vestimentas e calçados no ambiente, os mesmos foram lavados e o líquido resultante da lavagem foi centrifugado. Após a decantação, o material residual depositado no fundo do recipiente foi amostrado e passou pelos diferentes processos químicos de extração para cada tipo de microvestígio (grãos de pólen e esporos, algas diatomáceas e foraminíferos), sendo estes devidamente identificados e o número resultante da contagem dos mesmos, está sendo analisado estatisticamente para comparação e confronto com as ocorrências observadas na região. Esses protocolos a serem estabelecidos levarão em conta a presença dos microvestígios nas vestimentas e testarão a hipótese da possibilidade de determinar com precisão o local de coleta a partir dos sinais retidos nesse material. A realização dessa pesquisa é de alta relevância para o sucesso do projeto proposto pela CAPES, uma vez que o Brasil ainda não dispõe de protocolos de palinologia forense específicos para a realidade da nossa vegetação e do nosso clima.

PALAVRAS CHAVE: Ciência Forense, Palinologia Forense, Botânica Forense, Geologia Forense



OTIMIZAÇÃO APLICADA NA LOCAÇÃO DE SONDAGENS UTILIZANDO PESQUISA ALEATÓRIA

Gustavo Zanco Ramos, Marcelo Monteiro da Rocha

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Amostragem obtida a partir de sondagens é utilizada em várias fases de um empreendimento de mineração para, entre outros, delinear e quantificar o bem mineral de interesse. Durante a evolução do empreendimento o aumento do conhecimento sobre o depósito é necessário, por isso novos furos de sonda são realizados. A locação dos novos furos, por vezes, é realizada de maneira subjetiva, o que pode gerar gastos desnecessários com amostragem redundante, que não aumentará os conhecimentos que se tem sobre o depósito. Para programar amostragens de maneira objetiva, a locação dos novos furos pode ser baseada em métodos matemático-computacionais que definem quais os melhores locais. O termo otimização é utilizado para se referir à metodologia de busca pela melhor solução de um dado problema. Para a otimização ser bem realizada primeiro é necessário apontar o problema na forma da função objetivo, a qual deve ser minimizada ou maximizada. A definição da função objetivo, no presente trabalho, relaciona-se à variância de krigagem calculada com base na amostragem inicial. Com o objetivo de minimizar a soma da variância de krigagem total do domínio estimado, possíveis novas amostras são previstas em diferentes posições, que são adicionadas à amostragem inicial. Uma nova estimativa por krigagem é então calculada, no caso da variância de krigagem apresentar diminuição em relação à configuração anterior, a nova posição é considerada ótima, caso contrário é mantida a configuração anterior. A variação da posição das novas amostras é feita segundo o método pesquisa aleatória (*random search*), de forma que em cada iteração do algoritmo são localizadas n novas amostras ao acaso dentro dos limites impostos no domínio, que devem ser comparadas com a iteração anterior. O método de otimização pesquisa aleatória foi aplicado, pois o número de possíveis configurações que a locação de novos furos é sujeito pode ser considerado infinito, visto que todas as variáveis envolvidas são contínuas. Assim optou-se por um método que permitisse obter valores ótimos em tempo hábil e cujo resultado fosse “bom o suficiente”, foco de métodos de otimização heurísticos, como a pesquisa aleatória. A metodologia foi testada em dados teóricos cuja amostragem foi tomada ao acaso, apresentando porções do domínio sub-representadas. Foram considerados 2 casos distintos: locação de novas amostras que contabilizassem aproximadamente 20% da amostragem inicial e que contabilizassem 50%. Para efeito de comparação considerou-se o mesmo número de iterações total. Houve maior diminuição do valor de função objetivo para a configuração que locou o maior número de furos, como era previsto. Apesar da limitação ao se aplicar a variância de krigagem como função objetivo, visto que esta não considera a variabilidade no valor amostral utilizado na estimativa, e sim a configuração espacial do dado utilizado no cálculo, foi possível observar que houve dispersão na locação de novas amostras.

PALAVRAS CHAVE: Otimização; Amostragem; Função Objetivo; Variância da Krigagem; Pesquisa Aleatória



ELEMENT GEOCHEMISTRY AND FE ISOTOPE COMPOSITION FROM IRON FORMATIONS AND BLACK SHALES: NEW INSIGHTS INTO PALEOREDOX CONDITIONS DURING THE PALEOPROTEROZOIC IN THE CARAJÁS MINERAL PROVINCE

Eric S. Rego, Marly Babinski, Pascal Philippot

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Major and trace element geochemistry combined with iron (Fe) isotopes were applied in banded iron formations (BIFs) and organic rich black shales from the Carajás Mineral Province (CMP), Pará, Brazil. The Fe isotope compositions of Archean and Proterozoic marine sedimentary rocks have been a topic of major debate in the past decades, which is mainly due to distinct lines of interpretation of the isotopic record. One of the most remarkable temporal trend in the sedimentary iron isotope record is the shift from variable and highly negative $\delta^{56}\text{Fe}$ values (~2.9 to 2.7 Ga) to near-crustal values. Clearly the iron cycle went through significant change during this time, however, the processes which caused such negative $\delta^{56}\text{Fe}$ values, are still extensively debated. One model links the isotope variability to a shift in the marine redox condition, in which partial oxidation created isotopically heavy ferric Fe(III) and left an isotopically depleted dissolved ferrous Fe(II) to be captured and transferred to the sedimentary record. In this case, the decline in iron isotope variability observed at ~2.4 Ga is linked to the oxygenation of the upper ocean as a consequence of the Great Oxidation Event (GOE). A second model, instead, suggests this iron isotope trend to reflect changes in the extent of microbial dissimilatory iron reduction (DIR), which facilitates the release of isotopically light ferrous iron. Consequently, the rise of DIR by the respiration of bacteria would have caused the Fe isotopic shift. Furthermore, of specific interest will be to look for the possibility for mass-independently fractionated Fe isotopes as this signature was shown recently to be indicative of the activity of magnetotactic bacteria (MTB). This signal was only observed from microbial cultures in the laboratory and has never been reported in natural samples yet. However, there are strong possibilities that MTB have emerged very early in Earth's history and be major actor of Precambrian life, as deduced for instance from genomic and phylogenetic analyses. Even though they have never been proposed as a possible alternative for magnetite precipitation in BIFs, putative occurrences of MTB fossils have been suggested in Precambrian carbonate platform sediments, mostly stromatolitic limestones and cherts, dated up to 2.7 Ga ago. We aim to further constrain the origin of a negative/positive $\delta^{56}\text{Fe}$ signatures in BIFs and black shales from CMP and compare them with other studied sites. Additionally, we will search for a MTB signal in BIFs from the CMP. This study will improve our understanding of iron isotope systematics and advance our understanding of Earth's biogeochemical evolution, especially through times where iron cycling was unique and still enigmatic.

PALAVRAS CHAVE: banded iron formations, Carajás, dissimilatory iron reduction, magnetotactic bacteria



INVENTÁRIO CIENTÍFICO EM ÁREAS VULNERÁVEIS: EXEMPLO APLICADO À BACIA DE TAUBATÉ – RIFTE CONTINENTAL DO SUDESTE DO BRASIL

*Fernanda Coyado Reverte^{1,2}, Maria da Glória Motta Garcia¹, José Brilha²,
Thaís Trevisani Moura³*

⁽¹⁾ Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

⁽²⁾ Instituto de Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho. Campus de Gualtar

⁽³⁾ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Localizada na porção leste do estado de São Paulo, a Bacia de Taubaté ocupa uma área de aproximadamente 2400 km², abrangendo onze municípios do chamado Vale do Paraíba paulista. Situa-se na parte central do Rifte Continental do Sudeste do Brasil e resulta da atuação de campos de esforços distensivos, de direção NW-SE, relacionados a eventos de reativação de zonas de cisalhamento cambrianas, ocorridos durante o Paléogeno. A região representa um local-chave no entendimento da história geológica associada ao pós-Gondwana, apresentando elevada geodiversidade que tem sido afetada, muitas vezes de forma irreversível, tanto por atividades antrópicas quanto pela ação de processos naturais. Por este motivo, como forma de promover a geoconservação de afloramentos representativos no contexto de evolução do rifte, foi realizado o inventário do patrimônio geológico na região. Em virtude da rica geodiversidade local associada a todo este contexto geológico, três categorias temáticas foram definidas para nortear a seleção dos geossítios de valor científico: (i) abertura da bacia, que envolve geossítios do embasamento pré-cambriano, da formação da depressão (*gráben*) e da deposição do Grupo Taubaté; além de ocorrências fossilíferas; (ii) deformação e deposição neógena, apresentando geossítios que registram a fase de compressão na direção NW-SE, seguida de uma compressão para NE-SE, e registros da deposição da Formação Pindamonhangaba; e (iii) deformação quaternária e evolução do relevo, abrangendo geossítios que registram o novo regime distensivo, agora de direção NW-SE, depósitos coluviais e aluviais, e, por fim, elementos geomorfológicos. Inicialmente 38 potenciais geossítios foram identificados por meio de levantamento bibliográfico, consulta a pesquisadores e trabalhos de campo. Após a etapa de campo, verificou-se que muitos dos pontos descritos na literatura foram destruídos ou encontram-se extremamente alterados, de modo que apenas 18 geossítios compõem o inventário final. A avaliação qualitativa do inventário revela que as ações antrópicas, tais como obras de infraestrutura e atividades de mineração, correspondem ao principal fator de perda da geodiversidade local, e tem degradado, ao longo dos anos, muitos locais representativos e que registram a história geológica da região. Por isso, os resultados deste inventário devem ser considerados nas políticas públicas de gestão territorial, possibilitando o prosseguimento de estudos futuros nestes locais, de forma a conservar a memória geocientífica deste importante segmento do sudeste do Brasil.

PALAVRAS CHAVE: Bacia de Taubaté, patrimônio geológico, categorias geológicas, vulnerabilidade



O IMPACTO DA URINA NAS ROCHAS GRANÍTIICAS EM FACHADAS E MONUMENTOS HISTÓRICOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Reys, Aranda Calió dos; Del Lama, Eliane Aparecida

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Durante a história do homem, a pedra foi o material mais usado na construção de obras arquitetônicas na formação das cidades, devido a sua capacidade em ser transformada e de perdurar no tempo; além de sua baixa manutenção e o apelo estético. Todavia, estes materiais rochosos não estão salvos, tanto das ações antrópicas, quanto do intemperismo. O objetivo deste projeto foi identificar as formas de degradação decorrentes de processos intempéricos presentes em fachadas, revestimentos e monumentos graníticos, que foram expostos à ação da urina humana. Para a realização deste estudo foram escolhidas três rochas de acordo com suas características petrográficas e cromáticas: Granito Preto Piracaia, Granito Rosa Itupeva e Granito Cinza Itaquera. Esses litotipos foram escolhidos em razão do vasto uso no patrimônio construído do município de São Paulo. Após preparação das amostras, estas foram encaminhadas aos laboratórios de microscopia petrográfica, espectrofotometria, velocidade de propagação de ondas ultrassônicas e microscopia eletrônica de varredura. O ensaio de alteração por imersão parcial em urina foi escolhido para observar o comportamento dos litotipos frente à exposição a este material. Por questões de salubridade e por apresentar composição constante, foi decidido preparar urina artificial para a realização do ensaio de alteração, com base em um estudo internacional de medicina. O ensaio foi executado por trinta ciclos, totalizando sessenta dias de monitoramento diário. Nas primeiras 24 horas, os corpos de prova permaneceram imersos parcialmente na urina artificial; enquanto no segundo dia, estes eram higienizados, sendo um lavado com água natural; outro, com água sanitária; e, um terceiro, não passava por lavagem. Após a realização do ensaio, houve surgimento de alterações cromáticas e cristalização de sais nas porções emersas dos corpos de prova dos três tipos de granito, principalmente para os grupos não-higienizados e os lavados com água natural. Além disso, houve aparição de quebras (perda de material) das amostras do Granito Preto Piracaia, com maior significância aquelas do grupo higienizadas com água sanitária.

PALAVRAS CHAVE: urina, intemperismo, granito, conservação, degradação



KINEMATICS, NATURE OF DEFORMATION AND TECTONIC SETTING OF THE TAXAQUARA SHEAR ZONE, A MAJOR TRANSPRESSIONAL ZONE OF THE RIBEIRA BELT (SE BRAZIL)

B.V. Ribeiro¹, F.M. Faleiro², G.A.C. Campanha¹, L. Lagoeiro³, R.F. Weinberg⁴, N.J.R Hunter⁴

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Departamento de Mineralogia e Geotectônica – IGc-USP

³ Universidade Federal do Paraná

⁴ Monash University

RESUMO: In this paper we have investigated the Taxaquara Shear Zone (TSZ), a major strike-slip structure within the Ribeira Belt (RB, SE Brazil) in order to assess its kinematics, the nature of deformation of rocks affected by the TSZ and its tectonic setting. The TSZ presents a vertical NE-trending mylonitic foliation and ENE- to WSW stretching lineation with variable plunge. Granitic rocks are intensely deformed giving rise to mylonites with newformed matrix assemblage (quartz + oligoclase + K-feldspar + biotite + muscovite + rutile + magnetite). This assemblage within a pseudosection couple with muscovite-biotite thermometer helps to constrain a metamorphic condition during deformation which spans ~513–525 °C and ~3.9–4.4 kbar with mean peak at ~520 °C and ~4.0 kbar. Quartz accommodates deformation through dislocation creep achieving subgrain rotation with minor contribution of grain boundary migration at a mean strain rate of 10^{-13} – 10^{-12} s⁻¹. Feldspar porphyroclasts record brittle deformation (microfaults) and evidences of dislocation creep (e.g., kink twinning). The CPOs for monomineralic quartz ribbons display monoclinic pattern and activation of 'basal- $\langle a \rangle$ ' + 'rhombo- $\langle a \rangle$ ' slip systems during deformation. However, the CPOs for quartz and feldspar from fine-grained polyphase matrix show a switch in deformation mechanism from dislocation creep to diffusion creep. The vorticity and three-dimensional finite strain data results suggest that the TSZ was developed under a moderate to high strain conditions and a transpressional sub-simple shear environment, with predominance of simple over pure shear. Regional correlation with other structures from the Ribeira Belt and African Belts based on finite strain quantification support that a major transpressional system was mainly responsible for the shear zones development during late stages of Brazilian-Pan African orogeny.

PALAVRAS CHAVE: Ribeira belt; Shear zones; Transpression; Microphysical analyses; Quartz and feldspar CPO; Thermodynamic modelling



GRADIENTES METAMÓRFICOS DE CAMPO DISTINTOS E JUSTAPOSTOS NO TERRENO CURITIBA, FAIXA RIBEIRA, BRASIL: IMPLICAÇÕES TECTÔNICAS

B.S. Ricardo¹, F.M. Faleiros¹, R. Moraes¹, O. Siga Júnior², G.A.C. Campanha²

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²Departamento de Mineralogia e Geotectônica – IGc-USP

RESUMO: A Formação Turvo-Cajati (TCF) é uma unidade localizada no Terreno Curitiba, que é um segmento da Faixa Ribeira Meridional, SE, Brasil. A unidade é composta por rochas afetadas por diferentes condições de metamorfismo, que informalmente são usadas como unidades: fácies xisto verde (Baixo-TCF), fácies anfibolito (Médio-TCF) e fácies granulito (Alto-TCF). Estudos prévios na Alto-TCF indicam que a unidade passou por extensiva fusão parcial sobre condições de alta pressão (670-810 °C e 9,5-12 kbar), no campo de estabilidade da cianita. O estudo do zoneamento metamórfico das unidades Baixo-TCF e Médio-TCF é investigado com termobarometria e modelagem termodinâmica no sistema MnNCKFMASHTO. Quatro zonas metamórficas foram reconhecidas nas unidades: zonas da biotita, granada, estauroлита e sillimanita, representando aumento na temperatura de norte a sul. A pressão do metamorfismo é algo menor que 8 kbar, pois estauroлита quebra diretamente para sillimanita, sem formar cianita. Termobarometria e pseudosseções combinadas apontam condições de pico metamórfico de ~530-560 °C e ~6-7 kbar (zona da granada), ~590-630 °C e ~6-7.5 kbar (zona da estauroлита) e ~660-690 °C e ~6-7 kbar (zona da sillimanita). O gradiente metamórfico de campo é achatado e de pressão baixa-média, ligeiramente abaixo do típico barroviaño. Portanto, as unidades Baixo- e Médio-TCF foram metamorfizadas em ambiente tectônico diferente da subunidade de Alto-TCF. A análise de zircão detrítico em gráficos de densidade de probabilidade para amostras das diferentes unidades. Os gráficos indicam que a deposição ocorreu do fim do Criogeniano ao Ediacarano, com influência de fonte riaciana, relacionada com arco em todas as subunidades da TCF. A combinação dos dados de petrografia e geocronologia sugerem que a TCF compreende um cinturão pareado do tipo baixa-P e alta-P, associado à zona de sutura ediacarana que formou a Faixa Ribeira Meridional. O cenário sugere que a TCF é formada da justaposição colisional de prisma acrescionário (Alto-TCF) e bacia de retro-arco (Baixo-TCF e Médio-TCF), na borda de uma microplaca que inclui embasamento de microcontinente riaciano (Complexo Atuba). Infere-se que o alto gradiente metamórfico nas sub-unidades Baixo-TCF e Médio-TCF está relacionado com ascensão da astenosfera no retro-arco, que também produz fusão parcial extensiva no Complexo Atuba.

PALAVRAS CHAVE: gradiente metamórfico de campo, modelagem termodinâmica; cinturões metamórficos pareados; idades U-Pb de zircão detrítico; Faixa Ribeira



ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE CROMO NO SISTEMA AQUIFERO BAURU EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP

*Ana Paula Rios, Veridiana Teixeira de Souza Martins, Vilma Sayuri Chinen, Christine Laure
Marie Bourrote*

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: A existência de cromo hexavalente na região noroeste do Estado de São Paulo é conhecida desde a década de 70. Em 2011, um estudo em urânia chegou à conclusão que a fonte deste cromo seria o diopsídio, e as características geoquímicas do aquífero seria responsável pela forma hexavalente. A área de estudo está inserida no contexto geológico da Bacia Sedimentar do Paraná (BSP), especificamente sobre rochas do Grupo Bauru que compõem a Bacia Sedimentar Bauru (BSB). A BSB é uma sequência supra basáltica neocretácea, associada ao último episódio de subsidência e sedimentação da BS. Na área de estudo é encontrado apenas a Formação Adamantina, composta por arenitos de granulação fina a muito fina, com estratificações cruzadas intercalada com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos. O aquífero Adamantina é um aquífero livre a semiconfinado, heterogêneo e anisotrópico, e seu semiconfinamento ocorre devido à heterogeneidade da formação, que apresenta camadas de maior cimentação e intercalações pelíticas. Esta variação na litologia é o que determina a anisotropia e heterogeneidade, que ocorre mesmo em porções próximas do aquífero. A concentração natural de cromo pode variar muito dependendo da fonte, do tipo de rocha e em qual parte da crosta se encontra; contudo é possível dizer que o cromo aparece nos minerais formadores de rocha, sendo que as maiores concentrações são nas rochas ultramáficas e seus derivados. O principal mineral que contém cromo é a cromita e é encontrado também em anfibólios, piroxênios, biotita, magnetita, olivina, plagioclásios, feldspatos potássicos e outros óxidos e hidróxidos. Em 2012 foi realizado um estudo em São José do Rio Preto, para a elaboração de um caderno de estudo pra restrição e controle do uso de águas subterrâneas, uma parceria do DAEE, IG e a SERVIMAR. Este estudo (São Paulo, 2012) elaborou um grande banco de dados e foi realizado um estudo da concentração de nitrato e cloreto para identificar a extensão da contaminação antrópica encontrada na área. A partir deste banco de dados foi possível notar similaridades nas anomalias encontradas em Urânia e São José do Rio Preto, além da geologia ser a mesma e as localidades serem próximas geograficamente (160 km). A classificação química das águas encontradas é similar, sendo bicarbonatadas cálcicas e calco magnesianas, conforme descrito em diversos outros estudos. Foram encontrados altos teores de cromo total nos poços monitorados. Em todo o levantamento foram detectados teores de cromo em 66% dos poços analisados e 6,7% do total de poços apresentavam teores acima do limite de potabilidade. No ambiente hidrogeoquímico descrito por Bourrote et al, 2009, em Urânia, o cromo trivalente que é liberado na água sofre uma oxidação, em conjunto com a redução do manganês tetravalente para bivalente (que se transforma novamente em MnO₂ depois), e se torna o cromo hexavalente. Foi detectada a presença de manganês nas análises de São José do Rio Preto, indicando uma possível ocorrência desta reação.

PALAVRAS CHAVE: Hidrogeoquímica; Cromo; Sistema Aquífero Bauru



DINÂMICA E CRONOLOGIA DE SISTEMAS DEPOSICIONAIS EÓLICOS NA AMAZÔNIA: IMPLICAÇÕES PARA EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA DOS ECOSISTEMAS DE VEGETAÇÃO ABERTA

Fernanda Costa Gonçalves Rodrigues¹, André Oliveira Sawakuchi¹, Camila Cherem Ribas², Fabiano do Nascimento Pupim³

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

³ Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema

RESUMO: A Amazônia é reconhecida mundialmente por sua biodiversidade e seu sistema fluvial de dimensão continental. A expansão da drenagem e variações de precipitação são alguns dos importantes fatores na diversificação da biota. Diversos estudos têm abordado o papel dos rios nesta diversificação, mas paleodunas eólicas são feições singulares de algumas regiões da Amazônia e sua ocorrência em meio à floresta tropical indica fases mais secas, com redução da densidade da cobertura vegetal. Isto inclui paleodunas desenvolvidas desde 46,5 ka até 4,4 ka, nas regiões de Santarém e Monte Alegre, PA, as quais associam-se a enclaves de ecossistemas de vegetação aberta. Estes ecossistemas também desempenham importante papel na diversificação da biota e abrigam espécies endêmicas ou especialistas. Diversas áreas dos ecossistemas de vegetação aberta desenvolvem-se em substratos arenosos com morfologia dunar ou fluvial preservada. Neste contexto, estudar a dinâmica sedimentar e os fatores controladores de formação e estabilização de sistemas eólicos na Amazônia é fundamental para compreender o desenvolvimento destes ecossistemas. Apesar da relevância como registro de mudanças do clima e da vegetação, os sistemas eólicos amazônicos têm sido pouco estudados se comparados aos sistemas fluviais. Em Monte Alegre (PA), na margem esquerda do rio Amazonas, enclaves de savanas sob substrato arenoso encontram-se entre 30 e 100 m de altitude, bordejados pelas serras do Ererê e do Paituna dentro do Parque Estadual de Monte Alegre e também nos limites urbanos do município. No município de Santarém, próximo ao distrito de Alter do Chão, os enclaves de vegetação aberta também se encontram entre 30 e 70 m de altitude. Em ambas localidades, estes substratos arenosos têm como embasamento a Formação Alter do Chão. Tais depósitos arenosos são tidos como *source-bordering dunes*, cuja fonte de sedimento está muito próxima da área de deposição, acarretando em areias mal selecionadas e grosseiras, devido ao transporte limitado dos sedimentos. Idades de luminescência opticamente estimulada, com protocolo SAR (Wintle and Adamiec, 2017), indicam a formação dos depósitos de Monte Alegre entre 46,5 ka e 15,5 ka e em Santarém entre 30,2 ka e 4,4 ka. Tendo em vista a importância dos ecossistemas de vegetação aberta para a biota amazônica e a sua relação com mudanças climáticas, a determinação da cronologia de construção e os processos superficiais responsáveis pela formação e expansão/retração dos substratos arenosos eólicos que sustentam ecossistemas de vegetação aberta é de extrema importância. Com a cronologia de formação já determinada, os próximos passos incluem a medida de indicadores de ativação e estabilização dunar baseados em propriedades texturais (granulometria) e composicionais (magnetismo ambiental e razões elementares) dos sedimentos, que permitirá reconstruir variações climáticas em áreas específicas para comparação com mudanças climáticas globais ao longo do Quaternário tardio.

PALAVRAS CHAVE: Campos de dunas; Datação OSL-SAR; Evolução da paisagem



EXPERIMENTAL STUDIES ON TRACE ELEMENT PARTITIONING BETWEEN MAFIC MINERALS AND ALKALINE MELTS

A.F. Salazar-Naranjo, S.R.F. Vlach

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

ABSTRACT: Trace elements are a small fraction of geochemical systems and their variations are sensitive to magmatic processes because they are influenced by the physic-chemical properties of crystal-melt systems. Therefore, the trace element distribution is a powerful tool to distinguish, to understand and to model the genesis and evolution of magma series. The present research aims to determine trace elements partition coefficients ($D_i^{crystal/melt}$), for the most important LIL and HFS elements, as well as transition metals and P, considering typical rock-forming mafic minerals (olivine, pyroxene, amphibole and perhaps phlogopite) and alkaline basic-ultrabasic melts. Melting and crystallization experiments will be performed starting from natural and synthetic samples with well-known geochemical properties, similar to those observed in mafic-ultramafic rocks of the Serra do Mar Alkaline Province, Southeastern Brazil, under conditions of pressure, temperature and volatile activity compatible with those estimated for the known occurrences. Although there are several coefficients available in the literature, they do not cover all compositional ranges and crystallization conditions as observed in the province. In order to fill this gap, experimental simulation techniques with piston-cylinder and vertical tubular furnace apparatuses will be carried out. The starting materials and/or run products will be analyzed for their textural and compositional properties with imaging and chemical analysis of high spatial resolution (e.g., SEM, EPMA, LA-ICP-MS) and the results will be compared with the available data. It is expected to obtain geochemical partition coefficients that will allow a more realistic modeling of the genesis and evolution of alkaline magmas in subvolcanic and plutonic environments and contribute to a better understanding of the magmatic processes that have built the province, as well as similar provinces on the South American platform.

KEYWORDS: Trace elements, partition coefficients, alkaline melts, mafic minerals



ESTUDO DAS SEQUÊNCIAS VULCÂNICAS PALEOPROTEROZOICAS NA PORÇÃO SUL DA PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS E SUAS MINERALIZAÇÕES ASSOCIADAS

Bruna de Freitas Santos, Caetano Juliani

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: Na parte sul do Cráton Amazônico tem sido identificadas diversas unidades vulcânicas (ca. 2,0 a 1,88 Ga) excepcionalmente bem preservadas, o que têm permitido a reconstituição dos sistemas vulcânicos paleoproterozoicos. Um grande volume de amostras coletadas em projetos de pesquisa diversas do grupo de estudos de Interação Fluido-Rocha, Alteração Hidrotermal e Metalogênese do IGc-USP, permitiu a preparação inicial de um guia das texturas e estruturas de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas antigas, particularmente pertencentes às unidades vulcânicas e vulcanoclásticas do Supergrupo Uatumã *sensu lato* (ca. 2,0 a 1,87 Ga), comparando-as rochas com as rochas vulcânicas de eventos similares modernos. Porém, questões essenciais em relação ao vulcanismo Uatumã *sensu lato* permanecem ainda em aberto na Província Mineral do Tapajós, em especial quanto a presença de unidades mais novas ou mais antigas em relação às unidades de ca. 1,88 Ga atribuídas ao Grupo Iriri do Supergrupo Uatumã *sensu lato*, bem como a sua subdivisão em formações. O estudo das rochas vulcânicas da área reveste-se de grande importância na caracterização do tipo da atividade vulcânica e da estratigrafia das unidades e, sobretudo, dos processos geológicos que resultaram no vulcanismo e sua de suas relações com os ambientes tectônicos de formação. Complementarmente, o entendimento dos tipos e dos processos vulcânicos e do ambiente tectônico são essenciais para exploração de depósitos minerais magmáticos–hidrotermais na região. Assim, a identificação e caracterização do vulcanismo e sua associação com a gênese e sua evolução tectônica são o foco deste projeto de mestrado, o qual deverá contribuir para a definição da potencialidade para ocorrência de mineralizações *high-sulfidation* (ou quartzo–alunita) e/ou *low-sulfidation* (ou adularia–sericita) e do tipo pórfiro de metais preciosos e de base, na região do Tapajós.

PALAVRAS CHAVE: Paleoproterozoico; Uatumã; Vulcanismo; Mineralizações



A TRANSIÇÃO ENTRE GABRO E ANFIBOLITO AO LONGO DE UMA FRENTE DE HIDRATAÇÃO E DEFORMAÇÃO

¹Caio Arthur Santos, ²Richard W. White, ^{1,3}Renato Moraes, ³Gergely A. J. Szabó

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²Escola de Ciências da Terra e Ciências Ambientais - Universidade de St Andrews (Reino Unido)

³Departamento de Mineralogia e Geotectônica - Instituto de Geociências/Universidade de São Paulo

RESUMO: Na maior parte dos terrenos metamórficos pode-se mostrar que a transição para a assembleia mineral preservada ocorreu através de facies metamórficas de grau mais baixo, em condições de saturação em fluido. Entretanto, em algumas circunstâncias o metamorfismo pode ocorrer de forma não-progressiva, sobrepondo paragêneses ígneas ou paragêneses metamórficas de grau mais alto. No metamorfismo não-progressivo as transformações comumente são textural e/ou mineralogicamente incompletas, resultando em relações texturais complexas entre os minerais. Dois fatores importantes no metamorfismo não-progressivo são o influxo de fluido e a intensidade da deformação, os quais em geral apresentam correlação positiva. Neste trabalho é descrita uma suíte de rochas máficas do Complexo Mantiqueira (sudeste do Brasil) que apresenta diferentes graus de deformação e hidratação, indo de metagabros pouco foliados com coronas complexas a anfibolitos com texturas poligonais. As amostras formam um contínuo em termos de relações texturais e composições minerais, mas podem ser divididas em três tipos: metagabro, metagabro foliado e anfibolito. Os metagabros preservam texturas ígneas e metamórficas e mineralogia ígnea e metamórfica; apresentam diferentes texturas reacionais, tais como coronas de granada ao redor de ilmenita e coronas duplas de hornblenda com baixo Al (*actinolítica*) e hornblenda com alto Al (*pargasítica*) ao redor de clinopiroxênio, além de alguma recristalização de plagioclásio. Amostras de metagabro foliado apresentam texturas reacionais similares, porém com quantidades maiores de hornblenda pargasítica e plagioclásio poligonal, e quantidades menores de clinopiroxênio, plagioclásio ígneo e hornblenda actinolítica. Os anfibolitos são compostos por hornblenda pargasítica e plagioclásio poligonal, com pouco plagioclásio ígneo, sendo praticamente isentos de granada de clinopiroxênio, e também isentos de texturas reacionais. Os anfibolitos são interpretados como rochas próximas do equilíbrio químico na escala de amostra de mão. Através de pseudosseções $P-X_{H_2O}$ and $T-X_{H_2O}$ é mostrado que diferenças mineralógicas entre as amostras são controladas pela quantidade de H₂O que à qual as rochas tiveram acesso. Todas as rochas estudadas foram submetidas a um influxo de fluido, mas apenas os anfibolitos de aproximam de uma situação de saturação. A situação de insaturação em H₂O dos metagabros e metagabros foliados permitiu a presença de granada. Paralelamente à variação no influxo defluído, a variação textural parece resultar de diferenças de escala espacial de difusão dos diferentes cátions. As coronas nos metagabros e metagabros foliados são interpretadas como um reflexo da baixa mobilidade do Al durante o metamorfismo. O clinopiroxênio é em grande medida substituído por hornblenda actinolítica, enquanto granada e hornblenda pargasítica ocorrem próximo ao plagioclásio. Padrões de zonamento em cristais de anfibólito nos anfibolitos são similares aos padrões verificados em amostras de metagabros, com núcleos actinolíticos e bordas pargasíticas. Essas feições são consistentes com os estágios iniciais da evolução dos anfibolitos terem sido similares ao que se vê preservado nos metagabros.

PALAVRAS CHAVE: Gabro, texturas reacionais, hidratação



INVENTÁRIO DOS SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE NO GEOPARQUE CICLO DO OURO – GUARULHOS (SP): APLICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE DUAS PROPOSTAS METODOLÓGICAS

Fabíola M. dos Santos¹, Denise de L. C. Bacci¹, Vânia M. N. dos Santos²

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra – Instituto de Geociências, Unicamp

RESUMO: O inventário dos geossítios e sítios de geodiversidade são realizados a partir de diferentes metodologias com a finalidade de classificar, conservar, valorizar e divulgar os elementos mais representativos da geodiversidade. Empregadas em diversos países para a delimitação dos geoparques, as metodologias seguem etapas do inventário, avaliação quantitativa, enquadramento legal, conservação, valorização/divulgação e monitoramento. No Brasil, também têm sido usadas na realização do inventário do patrimônio geológico e nas diversas propostas de geoparques, como a do Geoparque Ciclo do Ouro, em Guarulhos (SP), área de estudo desta pesquisa. Nesta região foram identificados 14 geossítios de valor científico, cultural, histórico e turístico. Estudos recentes evidenciaram, porém, novos locais dentro do perímetro do Geoparque Ciclo do Ouro que ainda precisam ser inventariados, os quais não constam na proposta original. Uma das características do inventário é que ele pode ser sempre complementado com novos pontos, constituindo-se numa metodologia dinâmica. O levantamento de novos sítios de geodiversidade auxilia no desenvolvimento das ações relacionadas com a geoconservação e geoturismo, uma vez que identificam e caracterizam novas ocorrências que podem ser incorporados as já existentes, com vistas à conservação. O objetivo da presente pesquisa é a realizar o inventário dos sítios de geodiversidade com valor turístico na área de estudo, empregando duas metodologias diferenciadas, a primeira avaliação sob o ponto de vista metodológico consiste na proposta de Brilha (2016) e, a segunda, a partir de uma abordagem inovadora, que se utiliza de metodologias participativas e envolve a comunidade local no inventário, tendo como base teórica a Aprendizagem Social. O intuito é verificar os pontos de convergência das duas metodologias, levando em conta não só os saberes científicos, mas também os saberes das comunidades locais, e estimular a participação da população nos processos de conservação do patrimônio natural e na elaboração de estratégias e novas possibilidades de ação, visando à sustentabilidade e geoconservação. Espera-se que a presente pesquisa contribua com a elaboração de estratégias de gestão do patrimônio em âmbito local, as quais podem estimular e promover atividades socioeconômicas e turísticas; com a implantação de roteiros geoturísticos para diversos públicos; com a divulgação do patrimônio local, com maior participação da comunidade, além da gestão municipal, bem como com avanços na pesquisa neste campo de conhecimento em relação às metodologias empregadas no inventário dos sítios de geodiversidade.

PALAVRAS CHAVE: Geoparque Ciclo do Ouro, Sítios de geodiversidade, Geoconservação, Metodologias participativas, Aprendizagem Social



RELAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E PALEOAMBIENTAIS DURANTE O HOLOCENO NO LESTE DA AMAZÔNIA NA REGIÃO DA VOLTA GRANDE DO RIO XINGU

Rudney de Almeida Santos, Paulo Eduardo de Oliveira

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: A porção leste da região amazônica é uma região ainda pouco explorada pela palinologia, sendo que muitas questões sobre o paleoclima e o paleoambiente ainda necessitam de respostas. Além disso, o conhecimento da vegetação de planícies de inundação é fundamental para o entendimento da formação e evolução das Florestas de Várzea e Igapó. Dessa forma, a aplicação de técnicas avançadas de interpretações paleoclimáticas e paleoambientais ajudam a melhor elucidar tais assuntos. Este estudo teve como objetivos principais identificar as variações paleoclimáticas durante o Holoceno no leste da Amazônia, compreender como a vegetação reagiu perante possíveis mudanças no clima e investigar indícios de ações antropogênicas na região. Para isso, foram estudados dois testemunhos de sedimentos coletados na Volta Grande do Rio Xingu no município de Altamira – Pará. Foram aplicadas técnicas palinológicas, geoquímicas, granulométricas e de partículas carbonizadas. Assim, foi possível concluir que a expansão da Floresta de Várzea e Igapó se deu em duas fases, a primeira em cerca de 8.700 a 5.100 anos cal. AP e a segunda em cerca de 2.000 anos cal AP até o Presente, controladas por pulsos de inundação, sob clima quente e úmido ao longo do Holoceno. Indícios de presença humana foram observados nos registros a cerca de 1.800 anos cal. AP com base na ocorrência de *Mauritia flexuosa*, aumento de esporos indicadores de abertura de floresta e também incêndios locais e regionais evidenciados por partículas carbonizadas.

PALAVRAS CHAVE: Palinologia, Holoceno, Amazônia, várzea/igapó



MODELO ESTRUTURAL CONCEITUAL DE AQUÍFERO FRATURADO EM UMA ÁREA CONTAMINADA EM BARRA MANSÁ, RJ

Fábio Sartorio, Reginaldo Antonio Bertolo

Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: A noroeste do município de Barra Mansa está situado o sítio industrial de Goiabal, em operação desde a década de 40, produzindo ao longo de seu histórico, explosivos, produtos químicos e defensivos agrícolas. A partir de 2003 esse sítio tem sido alvo de investigações ambientais, e, após a detecção de compostos orgânicos voláteis clorados (CVOCs), foi declarado como área contaminada sob intervenção, pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA-RJ). Devido à possibilidade de migração vertical dos contaminantes para o aquífero fraturado, foi desenvolvido, em conjunto com o Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CEPAS-IGc-USP), um plano de trabalho para a investigação geológica-estrutural da região e do meio fraturado. O objetivo deste projeto é a caracterização estrutural do aquífero fraturado na região de Barra Mansa por métodos não invasivos, com foco na área delimitada pelo sítio industrial estudado. Com os resultados obtidos espera-se gerar informações que orientem trabalhos de investigação complementares e auxiliem no gerenciamento da contaminação. As etapas de trabalho concluídas são a análise de lineamentos, realizada para escalas local e regional, a etapa de investigação geofísica dentro do sítio industrial, pelos métodos de caminhamento elétrico e sísmico e a principal etapa, a de coleta de dados por levantamento estrutural em campo, realizado por meio do método de *scanlines*. Os dados coletados serão empregados para o entendimento do fluxo do aquífero fraturado, definindo quais os principais grupos de fraturas que compõem o aquífero e indicando quais desses grupos são hidráulicamente mais relevantes para o fluxo. A análise de lineamentos foi feita a partir de dois modelos digitais de terreno (MDEs), em escala regional e local, evidenciando uma maior frequência de estruturas de direção NE-SW. A correlação com eventos tectônicos distensivos, de direção NW-SE, indica prematuramente a possibilidade de uma maior abertura hidráulica para estruturas com direção NE-SW. As investigações geofísicas geraram perfis que auxiliam o entendimento do fluxo dentro do site industrial, identificando descontinuidades, a geometria e variações de material no substrato rochoso. A etapa de coleta de dados estruturais em afloramentos possibilitou o reconhecimento, em campo, de grupos de fraturas com diferentes espaçamentos e densidades. A análise desses dados possibilitará entender, de fato, quais desses grupos são mais presentes e quais as características inerentes a cada um.

PALAVRAS CHAVE: hidrogeologia; aquífero; fraturado



ANÁLISE DA DIFUSÃO DE ARGÔNIO EM SISTEMAS BASÁLTICOS E IMPLICAÇÕES PARA A EVOLUÇÃO ATMOSFÉRICA DE PLANETAS TELÚRICOS: VÊNUS COMO CASO DE ESTUDO

Pedro de A. Semêdo¹, Silvio R.F. Vlach¹, Sami Mikhail²

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²University of St Andrews

RESUMO: Vulcanismo é o principal transportador de gases do interior de planetas para atmosferas. Deste modo, o estudo de atmosferas proporciona valiosas informações a respeito da evolução geológica planetária. Vênus é o segundo planeta mais próximo ao sol e apresenta algumas similaridades com a Terra, como tamanho, gravidade superficial, composição e densidade total. Entretanto, os planetas possuem notáveis disparidades na temperatura e pressão superficial, saturação em água, atividade tectônica e composição atmosférica. O foco do presente trabalho é a geoquímica isotópica de Ar. Os isótopos primordiais ³⁸Ar e ³⁶Ar são armazenados na atmosfera, enquanto o isótopo ⁴⁰Ar é formado a partir do decaimento radioativo do ⁴⁰K (1/2 vida ~1,25 Ga) presente em silicatos e, portanto, armazenado na parte rochosa de planetas. Dados empíricos mostram que o ar terrestre é mais radiogênico que o venusiano (⁴⁰Ar/³⁸Ar = 298 vs. 1,03, respectivamente). Como as razões ³⁶Ar/³⁸Ar e K/U dos dois planetas são semelhantes, sugere-se que a depleção de ⁴⁰Ar na atmosfera de Vênus seja devida a sua baixa atividade vulcânica, de forma que este isótopo encontrar-se-ia aprisionado na crosta venusiana. Segundo Mikhail & Heap (2017), as altas temperaturas superficiais venusianas (~500°C) ocasionariam um comportamento dúctil da crosta de Vênus a profundidades mais rasas em comparação à crosta terrestre. Como o transporte de magma ocorre mais eficientemente ao longo de fraturas, o comportamento dúctil dificultaria essa mobilização magmática de modo a restringir a atividade vulcânica no planeta. Assim, a maior parte do ⁴⁰Ar venusiano ficaria retida em rochas intrusivas ao invés de ser expelida para a atmosfera. Entretanto, difusão é um outro importante mecanismo de transporte de gases entre geosferas e atmosferas. Modelos teóricos indicam difusão limitada de ⁴⁰Ar em basaltos desidratados (crosta venusiana), o que explicaria a escassez do isótopo na atmosfera. O objetivo deste trabalho é analisar experimentalmente a difusão de Ar em sistemas basálticos sob condições crustais venusianas, de modo a fornecer dados empíricos inéditos sobre tema. Os experimentos serão realizados com uma Fornalha Vertical Tubular no Laboratório de Petrologia e Geoquímica Experimental – USP. Amostras de basalto toleíticos serão fundidas e cristalizadas sob condições de saturação em Ar. Em seguida, serão submetidas a temperaturas referentes às condições superficiais venusianas durante diferentes intervalos de tempo (1, 16, 31 dias). Análises isotópicas de Ar serão realizadas nos produtos experimentais por espectrometria de massa na SUERC (Escócia). Os resultados permitirão quantificar a mobilidade de Ar nestes produtos ao longo dos diferentes intervalos de tempo, possibilitando a obtenção do coeficiente de difusão de Ar nas condições examinadas. Espera-se demonstrar que a mobilidade de Ar nessas condições seja restrita, corroborando com o modelo sugerido por Mikhail & Heap (2017) para o vulcanismo em Vênus. O sucesso do projeto possibilitará a aplicação do método para outros elementos voláteis (H, C, N, S, Ne, Kr, Xe) e trará avanços para a compreensão da evolução geológica de planetas telúricos.

PALAVRAS CHAVE: Petrologia Experimental, Geologia Planetária, Difusão, Vênus



METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO ISOTÓPICA DA DINÂMICA DOS SISTEMAS PETROLÍFEROS NA CORDILHEIRA ORIENTAL DE COLÔMBIA E SUAS BACIAS ADJACENTES

Yasmin Pelayo Serrano, Colombo Celso Gaeta Tassinari

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Integrado na linha de pesquisa do INCT-Petrotec e do NAP GeoSedex, o presente projeto de doutorado tem como objetivo maior a caracterização da dinâmica dos sistemas petrolíferos nas Bacias Sedimentares do Noroeste da Colômbia, focando a definição das rochas fontes dos fluidos hidrotermais associados a hidrocarbonetos em rochas de natureza siliciclástica e carbonática, bem como o refinamento das idades estratigráficas e das épocas de migração destes fluidos. Para isto é necessária a caracterização dos elementos dos sistemas petrolíferos. Em rochas reservatórios, os estudos de proveniência de sedimentos serão realizados através de análises U-Pb por LA-HR-ICPMS em zircões detríticos para reconhecimento das fontes originais dos sedimentos envolvidos. Com as rochas geradoras serão feita a caracterização petrográfica, mineralógica, geoquímica (rocha total e TOC) e isotópica (Pb-Pb, Rb-Sr, Sr/Sr, Sm-Nd). Para a datação dos eventos de diagênese das rochas geradoras, em especial dos folhelhos negros, e caracterização de suas fontes serão utilizadas isócronas Rb-Sr. Os minerais neoformados durante a migração de fluidos hidrotermais serão caracterizados e datados, através da aplicação da técnica U-Pb por SHRIMP em xenotímio se for possível e Pb-Pb, Sr/Sr, Nd/Nd em sulfetos, e isócrona de Rb/Sr por lixiviação. Vários domínios geológicos foram propostos no território colombiano, de acordo com as observações geológicas, geocronológicas e geoquímicas (Toussaint e Restrepo 1996). A região dos Llanos que compreende a planície a leste das Cordilheiras dos Andes, divididas em três cadeias de montanhas, as Cordilheiras Oriental, Central e Ocidental; separados por vales intermontanos dos rios Magdalena e Cauca, respectivamente. Cada uma das três cordilheiras e Llanos representam diferentes histórias tectônicas inter-relacionadas ao longo da história geológica da Colômbia. As rochas de estudo do presente projeto, foram principalmente depositadas durante o Cretáceo, associadas a eventos extensivos no Cretáceo Temprano e subsidência térmica desde o Aptiano e durante a maioria do Cretáceo Tardio (Sarmiento, 2019). A subsidência térmica combinada com a elevação do nível do mar cobriu a maior parte da margem continental com sedimentos e deu origem à principal rocha geradora de NW da América do Sul, a formação La Luna e equivalentes (Cooper, et al., 1995; Sarmiento, 2019). Além dessa formação, existem outros níveis do Cretáceo com potencial para gerar hidrocarbonetos, e até rochas do Paleozóico. A inversão tectônica inicial da bacia do Cretáceo ocorreu a partir do Maestrichtiano em vários eventos distribuídos ao longo do Cenozóico (Cooper et al., 1995), cujas maiores ocorrências de deformação foram reconhecidas no Maestrichtiano -Paleoceno, Eoceno Médio, Oligoceno Tardio-Mioceno Temprano, Mioceno Tardio-Plioceno, (Cooper et al., 1995). Os principais reservatórios foram depositados nas margens continentais durante o Cretáceo e nas bacias foreland durante o Eoceno e Oligoceno. A geoquímica orgânica mostra que os hidrocarbonetos foram gerados a partir de rochas marinhas siliclasticas e carbonáticas, e transicionales (Rangel, et al., 2017), mas no campo a unidade geradora principal nas seções amostradas não possui ou tem pouca espessura de rochas carbonáticas em direção ao leste da Cordilheira Oriental. Além disso, a migração de hidrocarbonetos foi evidenciada em rochas do Cretáceo Inferior, mas não nas rochas do Cretáceo Superior.

PALAVRAS CHAVE: Geoquímica isotópica, rocha geradora, sistema petrolífero, Colômbia



ZONAMENTOS COMPLEXOS E QUÍMICA MINERAL EM DISTINTAS POPULAÇÕES DE OLIVINA E FLOGOPITA DA INTRUSÃO PÂNTANO: CHAVES PARA EVOLUÇÃO DE UM SISTEMA KIMBERLÍTICO

Shibata, C.S.V., Azzone, R. G.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: A Intrusão Pântano trata-se de um corpo kimberlítico intrusivo hipoabissal, aflorante na Província Alcalina do Alto Paranaíba (PAAP), no estado de Minas Gerais. A intrusão pode ser dividida em três diferentes fácies, designadas a partir de variações mineralógicas da matriz. Assim como outros kimberlitos do Grupo I descritos na literatura, a intrusão Pântano apresenta olivina como fase mineralógica predominante, seja na forma de forsterita como mega, macro e microcristais, seja como microcristais milimétricos de monticelita na matriz. A flogopita apresenta-se principalmente na forma de macro e microcristais ou com textura poiquilítica na matriz em uma fácies pouco contaminada da intrusão. As populações de ambos os minerais apresentam zonamentos complexos, principalmente entre núcleos e bordas, indicadores de processos petrogenéticos ocorridos durante a evolução e ascensão do magma kimberlítico à crosta. Os núcleos e bordas de olivina apresentam composições variáveis e uma ampla distribuição de valores de Mg# (79-92), com feições de reabsorção e difusão, além de diferentes tipos de zonamento, incluindo o tipo “normal”, representado por empobrecimento de Mg# em direção às bordas e “reverso”, quando o núcleo apresenta Mg# menor que as bordas. Em geral, as bordas dos cristais de olivina apresentam queda nos teores de Ni e aumento de Mn e Ca em relação aos núcleos, além de inclusões de minerais observados na matriz, o que indica que a cristalização das bordas ocorreu durante, ou poucos momentos antes da colocação do corpo intrusivo na crosta. O trend das olivinas mantélicas pôde ser caracterizado a partir dos valores de Fo (>89) e da análise da distribuição dos elementos Ni, Ti, Mn e Al, obtidas através de LA- ICP-MS. Nódulos mantélicos e xenocristais de olivina puderam ser também descritos a partir de feições petrográficas e texturas de desequilíbrio químico. Os macrocristais de flogopita apresentam zonamentos muito heterogêneos, entre núcleos, bordas e regiões intermediárias. Destacam-se principalmente os zonamentos irregulares, setoriais, convolutos e oscilatórios. Assim como a olivina, a flogopita apresenta evidências de deformação, inclusões de minerais da matriz e bordas corroídas. A química mineral da flogopita é condizente com os padrões texturais observados, em que a população de macro e microcristais apresenta composição mais enriquecida em Al e Ti. Os núcleos dos microcristais apresentam maiores concentrações de Cr, Sr, Ni e Al e as bordas dos macrocristais, empobrecimento em Fe. O enriquecimento em Ti é observado em todos os horizontes dos macro e microcristais de flogopita e pode estar relacionado a diferentes pulsos kimberlíticos que falharam em sua ascensão, culminando em zonamentos intermediários vinculados ao fundido, gerando os denominados antecristais. A flogopita poiquilítica apresenta enriquecimento em F e Na e empobrecimento em Ti e Al e está associada aos estágios finais de cristalização. A interação entre diferentes pulsos magmáticos e processos de contaminação crustal estão sendo considerados para explicar as heterogeneidades mineralógicas, litológicas e geoquímicas da intrusão.

PALAVRAS CHAVE: kimberlito, zonamento, olivina, flogopita



ESTUDO ISOTÓPICO DAS ÁGUAS DO RESERVATÓRIO TAIACUPEBA (SUZANO, SP)

Mariza Fernanda da Silva, Veridiana Teixeira de Souza Martins, Christine Laure Marie Bourotte
Programa de Pós-Graduação Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) – IGc-USP

RESUMO: O reservatório Taiacupeba está localizado em Suzano, estado de São Paulo, e faz parte do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), responsável por 15% do abastecimento de água da região metropolitana leste de São Paulo. Através de um levantamento de informações sobre a geologia e possíveis fontes poluidoras, e de análises de alguns parâmetros das composições química e isotópica da água e do sedimento de fundo da bacia Taiacupeba, pretende-se caracterizar o reservatório e seus afluentes para identificação de possíveis fontes dos metais alumínio, ferro e manganês que ocorrem no reservatório Taiacupeba. Neste trabalho serão discutidos resultados de isótopos de H e O. Foram avaliados os pontos de monitoramento de qualidade da água em duas campanhas de amostragem: no período chuvoso (março de 2018) e período seco (agosto de 2018), os pontos de monitoramento incluem os principais afluentes do sistema e quatro pontos no interior do reservatório. As análises de Isótopos Estáveis $\delta^{18}\text{O}$ e δD foram feitas por Espectroscopia de Absorção à Laser, no equipamento PICARRO (LIA CEPAS USP). Os resultados foram agrupados em 4 categorias: Reservatório Taiacupeba, Rios da Bacia Taiacupeba, Canal de Transferência do Reservatório Jundiáí e Rio Guaió. Os pontos foram comparados com as retas meteóricas globais disponíveis na literatura: GMWL-1 (Craig, 1961), GMWL-2 (Rozanski et al., 1993) e GMWL-3 (Faure & Mensing, 2005), e as retas meteóricas locais foram definidas por Dias (2005), e pelo CEPAS-USP, sendo esta segunda, uma reta meteórica inédita para São Paulo. Para ambos os períodos coletados (chuvoso e seco), as assinaturas isotópicas de H e O de cada ponto foram as mesmas considerando o desvio padrão da análise (± 0.09 para $\delta^{18}\text{O}$ e ± 0.9 para δD) e apresentam poucas diferenças graficamente. De forma geral, os pontos do Reservatório Taiacupeba (superfície e fundo) estão próximos e um pouco abaixo das retas meteóricas globais, assim como o ponto do Canal de Transferência do Reservatório Jundiáí, indicando características próximas entre estas águas. O distanciamento dos pontos das retas meteóricas indica que são amostras evaporadas. Já nas amostras dos rios presentes na bacia do Taiacupeba há uma diminuição nos valores de delta (empobrecimento em isótopos pesados) e um agrupamento entre estas assinaturas, que podem indicar uma correlação com a água subterrânea e menores taxas de evaporação. O Rio Guaió é um canal de transferência vindo da sub-bacia hidrográfica vizinha, e apresenta uma assinatura ainda mais empobrecida em isótopos pesados, indicando pouca evaporação para este rio. As amostras coletadas na represa possuem assinaturas isotópicas que indicam misturas entre as águas dos rios que chegam na mesma, com a água do canal de transferência, com maior participação desta última. No caso do reservatório Taiacupeba, é possível traçar a característica e contribuição das diferentes fontes de água (afluentes, transposições e precipitação).

PALAVRAS CHAVE: geoquímica isotópica, isótopos ambientais, mananciais



INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO DE LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO EM IGUAPE E ILHA COMPRIDA – SP: BASES PARA O USO TURÍSTICO E EDUCATIVO EM ÁREAS PROTEGIDAS COSTEIRAS

Stephani Somekawa, Maria da Glória Motta Garcia

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Os municípios de Iguape e Ilha Comprida, litoral sul do estado de São Paulo, estão inseridos no sistema estuarino-lagunar Cananeia e Iguape, região costeira de importante valor em termos de conservação da natureza. Várias unidades de conservação geridas em nível municipal, estadual e nacional formam um mosaico que tem como objetivo proteger áreas chave para a manutenção do meio natural. Com o objetivo de promover a conservação e o uso dos locais de interesse geológico da região, procedeu-se o inventário, que selecionou 12 geossítios e um sítio da geodiversidade, distribuídos em seis Categorias Geológicas (CG): 1) CG Geomorfologia e evolução da paisagem: Morro do Espia e Maciço da Jureia; 2) CG Evolução quaternária: Cordões litorâneos e Paleodunas da praia da Jureia, Terraços holocênicos do Pontal da Trincheira, Dunas, paleodunas e paleolagunas da Ilha Comprida e Campo de dunas ativas do Araçá; Processos sedimentares da desembocadura do rio Ribeira de Iguape; 3) CG Magmatismo alcalino do Cretáceo Tardio: Intrusão alcalina da Ilha Comprida; 4) CG Zonas de cisalhamento: Granito Iguape com feições miloníticas; 5) CG Magmatismo granítico sin-tectônico: Granito Iguape no Morro do Espia; 6) CG Terreno Curitiba: Granulitos do Complexo Itatins na Cachoeira do Paraíso e Paragnaises da Praia da Jureia, o único sítio da geodiversidade. Os sítios registram a história geológica da área, que vai desde o Paleoproterozoico, incluindo terrenos que mais tarde foram afetados pelo Ciclo Brasileiro, até o Cenozoico, marcado por registros de regressão e progradação do nível relativo do mar. Por meio da avaliação quantitativa avaliou-se a relevância científica, o potencial de uso educativo e turístico e o risco de degradação. Todos os locais de interesse geológico inventariados estão localizados em áreas protegidas, que estão em constante crescimento populacional e que sofrem com a grande pressão imobiliária. A fim de contribuir para a valorização e divulgação destes locais foram elaboradas propostas de uso turístico e educativo, visando propiciar, além do diálogo entre universidade e população, um sentimento de pertencimento e co-responsabilização sobre o meio ambiente.

PALAVRAS CHAVE: Avaliação Quantitativa, Geoconservação, Geossítios, Inventário, litoral sul do estado de São Paulo



TOPOS DE BARRAS NOS RIOS AMAZÔNICOS: OCORRÊNCIA, MORFOLOGIA E ESTRUTURA INTERNA

Larissa N. Tamura¹, Renato P. Almeida¹, Cristiano P. Galeazzi¹, Bernardo T. Freitas², Marco Ianniruberto³, Ariel H. Prado¹

¹ Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

² Faculdade de Tecnologia - UNICAMP

³ Instituto de Geociências - UnB

RESUMO: Grandes rios são fundamentais para o transporte de sedimentos dos continentes aos oceanos, conseqüentemente seus registros geológicos possuem grande importância e são alvos de muitos estudos. Depósitos sedimentares em ambientes fluviais ativos podem auxiliar em critérios de reconhecimentos das morfologias e estruturas internas dos afloramentos. Considerando que existem poucos estudos em topos de barras em grandes rios, o objetivo do trabalho é descrever a ocorrência, morfologia e estrutura interna de seis barras amazônicas nos rios Solimões e Japurá, através de levantamentos de Ground Penetrating Radar, Sub Bottom Profile, Multibeam Echo Sounder, imagens de satélite, descrições sedimentares e coleta de amostras. As ocorrências dos topos de barras em sua maioria são formadas em canais secundários e sempre estão associados a ambientes rasos. No trecho estudado, 75% das barras são associadas as barras compostas vegetadas, 22% são barras alternadas e 7% são barras unitárias. A morfologia das barras é composta por campos de dunas, com alturas que variam de 4 m à 0.5 m com deposição de lama entre elas (algumas barras possuíam ripples eólicas), a grande maioria das barras apresentaram uma decrescência do tamanho das formas de leito em direção *downstream*. A granulometria também apresentou um padrão coerente ao tamanho das formas de leito, mais fina se associavam as dunas menores em direção *downstream*. As estruturas internas das barras possuíam relação direta com a componente de acréscimo de barra. Componente de acréscimo à *downstream* são caracterizados por radar fácies horizontalizados de baixo ângulo mergulhando em direção *downstream* que são conjunto de limites de séries com estratificações cruzadas tabulares à acanaladas decimétricas à centimétricas. Componente de acréscimo lateral são caracterizados por radar fácies com refletores em alto ângulo em direção oblíqua que são limites de séries de estratificações cruzadas tabulares métricas ou conjuntos de radar fácies de menor ângulo também em direção oblíqua que são conjuntos de limites de série com estratificações cruzadas acanaladas decimétricas. Componente de acréscimo *upstream* são caracterizados por refletores horizontalizados levemente inclinados em direção *upstream* que são conjuntos de limites de séries com estratificações cruzadas tabulares à acanaladas métricas à decimétricas. As preservações no registro dos elementos de acréscimo de barras podem ser justificadas através dos baixos valores no cálculo do coeficiente de variação de vazão do pico anual para todas as barras. Estruturas internas métricas dos topos de barras podem ser facilmente confundidas no registro com depósitos do fundo do canal, pois além do tamanho semelhante, a granulometria é equivalente, o único fator que os diferenciam é a presença de lentes de lama nos topos de barras. Também existe uma similaridade das componentes de acréscimo de barras com sucessões das barras descritas em rios pequenos, relevando que não existe características de estrutura interna padrão para rios de diferentes tamanhos. O que os diferenciam são as escalas laterais e o fato de que os elementos de acréscimo de barra em rios grandes são aproximadamente 1/3 do seu total e abaixo delas existem outros depósitos sedimentares que não ocorrem em rios pequenos.

PALAVRAS CHAVE: Rios Solimões e Japurá, componente de acréscimo de barra, grandes rios, GPR, sísmica rasa



LEUCOSOME SOURCES OF METASEDIMENTARY DERIVED DIATEXITE OF THE SOCORRO-GUAXUPÉ NAPPE

Lizeth Hernandez Tasco, Renato Moraes

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

ABSTRACT: The Socorro-Guaxupé Nappe crops out in southern Minas Gerais and it has an intermediate unit dominated by migmatites derived from metasedimentary protoliths; one of the best outcrops of this unit occurs in an inactive quarry on the road between Alfenas and Machado, in a diatexite has large volumes of leucosome and schollen, either of its residue or mafic granulite, locally with layers of transitional stromatic garnet-biotite metatexite. As the rock is composed of more than 50% of leucosome, including undeformed to deformed types, bearing garnet and orthopyroxene, and with large variation in bulk composition, it represents an ideal and natural laboratory to understand whether the amount of leucosome observed in the diatexite was formed from a single protolith, in a closed or open system. The investigation of segregation and crystallization of melt into leucosome was done by petrographic analysis and modal counting of the different parts of the diatexite, including schollen of stromatic residue and leucosome. The calculation of the percentage of produced melt was made using estimates of relative volume of leucosome observed in the field, hand specimen and thin sections, as well as comparing the percentage of peritectic phases, residue, and possible amount of related produced melt from them. Subsequently, these results were compared with calculations made with THERMOCALC in the chemical model system NCKFMASHTO, and two bulk-sedimentary compositions, greywacke and shale, to evaluate the amount of melt that each one can produce in a fixed P-T condition. Thin layers of leucosome within the schollen crystallized via fraction crystallization and are dominated by plagioclase and quartz, although K-feldspar might be present. However, the larger volume of the coarse-grained leucosome, that dominates the unit, has granite composition, and sometimes the proportion of felsic minerals points close to the minimum granite composition. So, its formation, after partial melting, involved segregation, fractional crystallization. Some portions are dominated by K-feldspar and involved accumulation as well. Proportions of leucosome / residue and leucosome / residue / peritectic phases indicate leucosome crystallized from more melt than a pelite source could produce, and probably diatexite worked as a pre-magmatic chamber and stocked melt produced from the granulite units sitting at its bottom. Large proportion of biotite crystallized in the residue was formed due to equalization of water chemical potential between residue and leucosome.

KEYWORDS: leucosome; melt crystallization; melt segregation; partial melting; Socorro-Guaxupé Nappe



GEOCROLOGIA U-PB SHRIMP DO BATÓLITO SOCORRO E IMPLICAÇÕES NA EVOLUÇÃO NEOPROTEROZÓICA DO SUDESTE BRASILEIRO

Toledo, B.B.; Janasi, V.A.

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: O Batólito Socorro ou “Complexo Granítico Socorro” é uma das manifestações graníticas mais expressivas associadas à evolução Neoproterozóica no SE do Brasil, ocupando uma extensa área (~ 1.200 km²) na porção sul da Nappe Socorro-Guaxupé (NSG). Datações U- Pb em zircão por SHRIMP foram desenvolvidas para determinar as idades dos principais componentes deste batólito, identificados em estudos anteriores de mapeamento. Biotita hornblenda-granitos porfíricos com caráter calcio-alcálico de alto-K e com teores de SiO₂ relativamente baixos (60 - 67 %) são o componente mais volumoso deste e de outros batólitos sin-tectônicos na NSG (Água Limpa e Pinhal-Ipuiúna) e em outros corpos do Cinturão Ribeira, como os Domínios Apiaí e São Roque. Duas amostras coletadas em diferentes localidades, na parte norte e sul, do Batólito Socorro apresentam idades de cristalização magmática semelhantes, 610.1 ± 7.0 Ma e 608.3 ± 6.6 Ma, respectivamente. Um granito mais fracionado (SiO₂ > 72%) reportado na literatura como relacionado a um evento mais jovem (“magmatismo Socorro II”, posterior aos granitos calcio-alcálicos de alto-K “Socorro I”) apresentam uma precisa idade que é claramente mais velha (624.4 ± 3.6 Ma), e contemporânea aos granitos anatóticos e migmatitos que foram produzidos durante um prolongado período de metamorfismo de alto grau (635-605 Ma) que afetou a NSG. Os dados obtidos indicam que parte do magmatismo calcio-alcálico de alto-K que constitui o Batólito Socorro sucede o metamorfismo de alta pressão associado a colisão continental, e pode ter sido fonte de calor e voláteis para o metamorfismo de alta pressão responsável pela fusão parcial de porções da crosta superior representadas pela NSG. Duas rochas charnockíticas que mostram contatos transicionais com os granitos do Batólito Socorro também foram alvo da datação. O Charnockito Socorro apresenta idade de 641.6±4.1 Ma que se sobrepõe aos ortognaisses regionais (em parte com caráter charnockítico) considerados associados com tectônica pré- colisional (relacionados com subducção?). No entanto, é relatado a transição para granitos que são muito semelhantes aos granitos calcio-alcálicos de alto-K do Batólito Socorro, que ainda não foram datados. O Charnockito Atibaia tem afinidade geoquímica distinta (baixo mg# e teor de Sr; alto Zr), e uma idade mais jovem (633.3±6.2 Ma) e pode sinalizar uma configuração tectônica diferente no final do período de consumo de placas, ainda carente de caracterização.

PALAVRAS CHAVE: datação U-Pb, Nappe Socorro-Guaxupé, granitos calcio-alcálicos de alto-K



TAFONOMIA E SISTEMÁTICA DOS MICROFÓSSEIS DAS FORMAÇÕES TAMENGO E GUAICURUS (GRUPO CORUMBÁ, FAIXA PARAGUAI SUL) E SUAS IMPLICAÇÕES EVOLUTIVAS E PALEOAMBIENTAIS

¹Thiago de Freitas Toniolo, ¹Juliana de Moraes Leme Basso, ²Dermeval Aparecido do Carmo

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

²Instituto de Geociências - UnB

RESUMO: Este trabalho está inserido no contexto das pesquisas sobre a origem e evolução da vida no Pré-Cambriano, assunto que há muito tempo intriga a Ciência. Apesar do enorme avanço na compreensão da origem e complexificação da vida, várias questões ainda permanecem abertas à discussão, dentre as quais a afinidade biológica desses fósseis, sua idade geocronológica, sua ecologia e o ambiente em que viviam, a relação entre os eventos geológicos e climáticos e o surgimento, diversificação e extinção desses organismos, e o seu potencial para correlações bioestratigráficas. Estudos paleobiológicos sobre o Pré-Cambriano brasileiro podem contribuir para o entendimento dessas questões, uma vez que rochas pertencentes a esse éon cobrem aproximadamente $\frac{1}{4}$ do nosso território e registram os principais tipos de fósseis Pré-Cambrianos já encontrados ao redor do mundo, desde microbialitos com 2.1-2.4 Ga (Supergrupo Minas) até metazoários do final do Ediacarano (Grupos Corumbá e Itajai), além de diversos palinóforos, microfósseis vasiformes, vendotenídeos, icnofósseis e biomarcadores. Nesse contexto, o Grupo Corumbá vem recebendo cada vez mais a atenção dos paleontólogos, uma vez que nele ocorrem os metazoários *Corumbella weneri* e *Cloudina lucianoi*, além de microbialitos e diferentes tipos de microfósseis, sendo nestes últimos que se detém a atenção deste trabalho. Este projeto de doutorado visa a identificação das assembleias de microfósseis presentes nas Formações Tamengo e Guaicurus (Grupo Corumbá – Faixa Paraguai Sul) bem como dos processos tafonômicos pelos quais passaram. Para isso é essencial caracterizar a morfologia e a composição dos microfósseis, o que será feito utilizando-se de métodos de microscopia (óptica, eletrônica de varredura e confocal de varredura à laser) e espectrometria (Raman e de energia dispersiva de raios-X). Esta pesquisa também se propõe a (1) descrever detalhadamente as fácies sedimentares em que ocorrem esses fósseis, (2) estabelecer sua distribuição lateral e estratigráfica e (3) investigar o seu potencial para correlações bioestratigráficas. Este projeto de doutorado está inserido no Projeto Temático intitulado "The Neoproterozoic Earth System and the rise of biological complexity" (FAPESP 2016/06114-6).

PALAVRAS CHAVE: Microfósseis, Grupo Corumbá, Neoproterozoico, Bioestratigrafia



MAGMATIC AND POST-MAGMATIC TEXTURES OF REE-RICH ACCESSORY MINERALS IN GRANITES AND GREISENS FROM THE A-TYPE GRACIOSA PROVINCE, SE-BRAZIL

Astrid Siachoque Velandia, Silvio R.F. Vlach

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

ABSTRACT: The textural study of accessory minerals is a major tool to understand the magmatic and post-magmatic processes involved in the evolution of granitic melts. We report a detailed textural and mineralogical (optical microscopy, SEM/EDS) examination of the accessory mineral assemblages of representative samples from the Mandira and Guaraú massif granites, which are relevant occurrences to study the hydrothermal overprint related to the Neoproterozoic (ca. 580 Ma) post-collisional A-type Graciosa Province (S-SE Brazil). The selected samples are representative of metaluminous to moderately peraluminous biotite(\pm calcic-amphibole)-bearing syenogranites, peralkaline hypersolvus sodic and/or sodic-calcic amphibole-bearing alkali-feldspars granites, and quartz-mica greisens. The primary (magmatic) accessory minerals in granitic rocks are allanite, astrophyllite, apatite, chevkinite, fluorite, gagarinite, ilmenite, magnetite, Nb-bearing minerals, titanite and zircon, while allanite, astrophyllite, bastnäsite, ilmenite, monazite, fluocalciobriholithe, fluoyttrocerite, stilpnomelane, thorite, xenotime and zircon occur as hydrothermal phases. On the other hand, the accessory assemblage of greisens is characterized by bastnäsite, cassiterite, chalcopyrite, columbite-tantalite, fluorite, ilmenorutile, galena, monazite, sphalerite, xenotime and zircon. Our focus is on REE-rich allanite, chevkinite, monazite, xenotime and zircon minerals, which record the main textural transformations and compositional variations during the hydrothermal activity. Allanite in metaluminous granites usually show magmatic oscillatory zoning as well as irregular, patchy zoning patterns reflecting post-magmatic alterations; it is commonly overgrown by epidote and stilpnomelane. In contrast, post-magmatic allanite is restricted to the peralkaline granites where crystals are strongly altered displaying abrupt and sharp contacts, micro-cracks and metamictic zones; it also include aggregates of either fluocalciobriholithe, fluoyttrocerite or Fe-Ti oxides. Chevkinite occur only in the peralkaline granites, it generally shows distinct brighter and darker domains that indicate replacement and altered textures; some crystals have tiny zircon inclusions, corroded margins and occur partly to fully replaced by secondary minerals mainly bastnäsite, stilpnomelane and ilmenite. Magmatic zircon is an abundant phase in syenogranitic rocks and forms two main textural types. The first type usually appears as inclusions in ferromagnesian minerals, crystals commonly includes apatite and display weak oscillatory zoning, sometimes with embayed margins which are often filled either by apatite or ilmenite intergrowths suggesting co-crystallization process. The second type is represented by individual crystals along the groundmass that generally show irregular domains with magmatic core (partly altered), partially dissolved rims and convolute zoning. This zircon type is often characterized by strong radiation damage that could be a response to the increase of Hf around their margins. Conversely, post-magmatic zircon is more common in peralkaline granites and greisens, it forms large crystals with strongly developed replacement domains, spongy textures and recrystallized abrupt metamictic rims. The crystals are commonly associated with monazite, REE-fluorides, thorite and xenotime.

Finally, monazite and xenotime are characterized by irregular grains that usually occur either as inclusions, exsolutions or intergrowths around zircon rims, sometimes overgrown with REE-fluorides in mafic aggregates.

KEYWORDS: REE-rich accessory minerals, metamictic transformations, A-type granites and greisens



MONAZITA E ZIRCÃO MAGMÁTICOS E HERDADOS DO METATEXITO NAZARÉ PAULISTA (SP)

Adrianna Luiza Virmond, Lucelene Martins, Valdecir de Assis Janasi

Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

RESUMO: Extensos afloramentos de metatexitos associados a corpos de granitos anatóxicos caracterizam a região de Nazaré Paulista (SP). Os granada-biotita paragneisses e granada (\pm biotita) granitos e leucogranitos estão contidos na unidade migmatítica superior da Nappe Socorro Guaxupé, um arco magmático neoproterozóico desenvolvido durante o ciclo orogênico Brasileiro Pan-Africano. Idades previamente obtidas em monazitas do metatexito revelam a presença de núcleos herdados de ~ 790 Ma, embora registrem também metamorfismo em ~ 635 Ma e cristalização de leucossoma entre 615 – 610 Ma. Neste trabalho, investigamos a ocorrência de heranças no migmatito, através de imagens de elétrons retroespalhados e datação U-Pb por LA-MC-ICP-MS em monazita e imageamento por catodoluminescência (CL), datação U-Pb por LA-MC-ICP-MS e caracterização de elementos traços por LA-Q-ICP-MS em zircão. Os cristais de monazita apresentam dois grupos distintos de idades: (i) idade de cristalização 607 ± 6 Ma, encontrada em cristais com textura *patchy* e em cristais homogêneos; (ii) idade de cristalização 776 ± 6 Ma, encontrada em cristais com estrutura núcleo-borda bem definido, com núcleos escuros (às vezes com zoneamento oscilatório) e sobrecrecimentos claros, de espessura variável. Zircão apresenta estrutura núcleo-borda bem definida nas imagens de CL, onde núcleos com textura variável (zoneamento oscilatório, setorial, difuso e *soccerball*) apresentam sobrecrecimento escuro, homogêneo, de espessura variável. As bordas mais externas, porções mais escuras nas imagens de CL, dos cristais de zircão não puderam ser datados devido ao alto teor de U. As idades mais jovens (~ 795 Ma) são encontradas em sobrecrecimentos e núcleos com razões Th/U muito baixas ($\sim 0,005$ a $0,03$), valores compatíveis com zircão metamórfico. Esses domínios de borda do zircão apresentam enriquecimento acentuado em elementos terras raras pesados (+Y) em relação aos elementos terras raras leves, anomalias positivas de Ce e, por vezes, anomalia positiva de Eu. Os núcleos são herdados, com idades mesoproterozoicas e paleoproterozoicas. Esses núcleos, embora de idades distintas, apresentam assinaturas químicas semelhantes, com razões Th/U mais elevadas (sempre $\geq 0,5$) e padrões de distribuição de elementos terra rara tipicamente magmáticos, com anomalias positivas de Ce e negativas de Eu bem pronunciadas, sendo classificados como de origem magmática. O último evento de geração de leucossoma (~ 610 Ma) no metatexito de Nazaré Paulista pode ser datado apenas nos cristais de monazita. A preservação de zircão metamórfico de 795 Ma, idade também registrada em monazita, apontam para um evento metamórfico prévio, anterior ao principal reportado para a Nappe Socorro Guaxupé (de ~ 635 Ma). O estudo conjunto de monazita e zircão permite caracterizar múltiplos eventos da evolução de terrenos metamórficos de alto grau, como a Nappe Socorro Guaxupé.

PALAVRAS CHAVE: zircão, monazita, herança, anatexia, ETR



ANÁLISE DE MONTE CARLO APLICADO À ESTRUTURAS GEOLÓGICAS

Bruna Catarino Xavier, Marcos Egydio da Silva, Georg Robert Sadowski

Programa de Pós-Graduação Geociências (Geoquímica e Geotectônica) – IGc-USP

RESUMO: Um dos grandes desafios dentro da geologia aplicada está no desenvolvimento ou otimização técnicas de investigação do subsolo, com a menor margem de erro possível. Os erros durante a previsão das condições geológico-estruturais em profundidade ainda são comuns, devido à limitação durante a amostragem dos dados e no tratamento dos mesmos. Existem inúmeras técnicas de obtenção e análise de dados de estruturas geológicas, contudo a falta de acurácia durante a construção do modelo geológico-estrutural, faz com que aumentem os riscos durante execução de uma obra de infraestrutura, durante a escavação de uma mina a céu aberto ou mesmo uma mina subterrânea, causando danos humanos, econômicos e ambientais. A proposta do projeto abrange a discussão de metodologias utilizadas para tratamento dos dados geológico-estruturais, com ênfase na análise estatística, para isso aplicaremos a metodologia probabilística de Monte Carlo nas medidas de estruturas geológicas, que foram obtidas através do mapeamento de superfície e de taludes da obra da UHE de Capim Branco I e II e comparando com as análises determinísticas que são usadas comumente na elaboração dos modelos geológicos estruturais e modelos geológicos geotécnicos. A principal meta está na obtenção de uma probabilidade de erro, para cada área que abrange a UHE de Capim Branco I e II, ou seja, cada talude mapeado na obra. Com a obtenção dos valores de probabilidade de erro por sítio, será possível propor uma estimativa de incerteza durante a construção do modelo geológico, diminuindo assim problemas relacionados a imprevisibilidade do modelo construído. Os dados estruturais foram separados por área, ou seja, por cada talude mapeado na obra e por tipo de estruturas geológica - foliações e fraturas, juntamente com as características litológicas da área de estudo. Para que a análise probabilística de Monte Carlo pudesse ser aplicada a estruturas geológicas, as informações dos mapeamentos, obtidas através da bússola Clar (*dip dipdirection*), foram transformadas em vetores 3D, através do cálculo de cossenos diretores e com isso foram obtidos valores de D_x , D_y e D_z para cada medida de direção de mergulho. O valor de probabilidade de erro obtido para cada vetor D_x , D_y e D_z é levando para o modelo geológico-estrutural proporcionando a correlação com as áreas que possuem problemas de previsão geológica, possibilitando estimar a porcentagem dessa imprecisão com relação os dados estruturais.

PALAVRAS CHAVE: Geologia Estrutural, Geologia Aplicada, Simulação Monte Carlo



EVOLUÇÃO TERMO-CINEMÁTICA DO ANTICLINÓRIO DA ANTA GORDA, FAIXA RIBEIRA: REGISTRO DE METAMORFISMO E DEFORMAÇÃO POR CISALHAMENTO EM CONTEXTO TRANSPRESSIVO

Maria Thereza Yogi¹, Frederico Meira Faleiros¹, Pierre Lanari², Dina Cabrita¹

¹Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia) – IGc-USP

²Institute of Geological Sciences, Universität Bern, Switzerland

RESUMO: O Anticlinório da Anta Gorda localiza-se no Terreno Apiaí (Faixa Ribeira Meridional) e compreende domos alongados de ortognaisses miloníticos (1770-2200 Ma) sobrepostos por uma associação de rochas metavulcanossedimentares do Grupo Votuverava (1475-1490 Ma). O objetivo deste trabalho consiste em obter a história evolutiva desta estrutura e das unidades geológicas envolvidas, investigando o seu possível envolvimento em processos orogenéticos e/ou acrescionários anteriores ao Ciclo Brasileiro. Este trabalho reúne dados compilados e inéditos obtidos a partir de revisão bibliográfica; análise estrutural e petrográfica; análise microtectônica e de tramas de eixo-c de quartzo; análise química mineral e de rocha total; geotermobarometria multiequilíbrio; modelagem termodinâmica; e geocronologia Ar-Ar em hornblenda. As rochas metapelíticas do Grupo Votuverava registram metamorfismo do tipo barroviense, variando desde o grau da zona de biotita até a zona de cianita. A assembléia de pico metamórfico das rochas da zona da cianita inclui cianita + estauroлита + granada + biotita + plagioclásio + quartzo + ilmenita + rutilo. A modelagem termodinâmica de amostra selecionada indica condições de pico metamórfico em torno de 660°C e 7,6 kbar, e a presença de porfiroblastos de sillimanita, cordierita e andalusita pós-cinemáticos permitem estimar uma trajetória de decompressão isotérmica da ordem de 2 a 3 kbar. O cisalhamento de baixo ângulo existente nos estágios iniciais da deformação regional é responsável pela intensa milonitização das rochas do embasamento e das supracrustais. As relações texturais entre as assembleias metamórficas e as microestruturas geradas por cisalhamento mostram que os metapelitos do Grupo Votuverava atingiram as condições de pico metamórfico durante o ápice e estágios mais tardios da deformação dúctil. A exumação das porções basais do Grupo Votuverava e dos núcleos gnáissicos é interpretada como resultado do dobramento de escala regional em resposta à tectônica transpressiva. A obtenção e análise de tramas de eixo-c de quartzo mostram que o contato tectônico entre os ortognaisses e a unidade quartzítica basal do Grupo Votuverava ocorreu em condições de deformação em fácies xisto verde, com predomínio de cisalhamento do tipo simples. Dados geocronológicos obtidos pelo método ⁴⁰Ar-³⁹Ar em hornblenda de anfibólitos indicam idades de resfriamento durante o Ediacarano (602.6±6.9 Ma) e Criogeniano (~720 Ma). As idades de resfriamento mais antigas são interpretadas como relacionadas a um metamorfismo regional resultante da acreção entre o Terreiro Apiaí e seu vizinho Embu, em torno de 800 Ma, enquanto que a idade de resfriamento ediacarana está associada à tectônica transpressiva desenvolvida no início da fase colisional registrada no Terreno Apiaí.

PALAVRAS CHAVE: Faixa Ribeira, Terreno Apiaí, metamorfismo barroviense, tectônica transpressiva, geocronologia Ar-Ar



ÍNDICE REMISSIVO DOS AUTORES

- Abreu, G.C., 80
Akabane, T.K., 15
Albuquerque, A.L.S., 51, 97
Alem, V.A.T., 16
Almeida, R.P., 55, 99, 100, 124
Altimeyer, H.Y., 59
Alves, A., 50, 63, 83
Alves, D.P.V., 35
Alves, M.A., 17
Aly Jr., O., 18
Ambrosio, M. R., 19
Amorim, K.B., 64
Andrade, M.B., 78
Anelli, L.E., 101
Angelo, T.V., 20
Arai, M., 84
Araújo, B.P., 21
Araujo, K.R., 16
Archanjo, C.J., 66
Ardito, J.C., 22
Arias, V.E., 23
Arroyave, M.I.G., 24
Assis, R.R., 95
Azzone, R.G., 19, 46, 74, 76, 121
Babinski, M., 29, 34, 47, 52, 62, 64, 106
Bacci, D.de L.C., 116
Bahr, A., 51, 97
Balis, M., 25
Barbosa, M.B., 26
Barreto, A.M.F., 81
Barros, K., 59
Barros, M.F.S., 27
Basso, J.M.L., 48, 127
Batista, L.A., 28
Bedoya-Rueda, C., 29, 62
Benites, M., 30
Benzel, W.M., 80
Bertassoli, D. J., 16
Bertolo, R.A., 26, 60, 65, 98, 118
Boggiani P.C., 89
Bourotte, C.L.M., 38, 111, 122
Breda, C., 31
Brilha, J., 107
Buarque, P.F.S.M., 32
Cabrita, D., 33, 131
Caetano-Filho, S., 29, 34, 62, 64
Caldato, E.B., 35
Calux, A.S., 36
Camargo, M.G.P., 16, 37
Campanha, G.A.C., 109, 110
Campos Neto, M.C., 25, 54
Campos, M.C., 51, 97
Cañizares, A.D., 38
Carmo, D.A., 127
Carvalho, P.R., 39
Casati, R., 40
Cassini, L.V., 41
Castanheira, D., 42
Cellier, G., 43
Cesari, V., 44
Chiessi, C.M., 15, 51, 97
Chinen, V.S., 111
Christofolletti, C., 45
Coldebella, B., 46, 78
Colo, G., 72
Cordani, U.G., 67, 70, 75
Crivellari, S., 51, 97
Cruz Júnior, F.W., 32
Cunha, B., 47
Del Lama, E.A., 77, 102, 108
Dingwell, D.B., 63
Diniz, C.Q.C., 48
Dutra, L.F., 49
Esteves, M.C.B., 50, 78
Fairchild, T.R., 53
Faleiros, F.M., 33, 69, 78, 85, 109, 110, 131
Fernandes, A.J., 45, 98
Ferrari, L.C.K.M., 61
Ferreira, J.Q., 51
Ferreira, P.L.F., 52
Freire, M.P., 53
Freitas, B.T., 124
Frugis, G.L., 54
Galeazzi, C.P., 55, 124
Garcia, M.G.M., 90, 102, 107, 123
Garcia, M.J., 84
Gautheron, C., 53
Gengo, R.M., 56
Giannini, P.C.F., 23, 40
Godinho, L.P.S., 57
Góes, A.M., 53
Gomes, L.L., 73, 92
Gonçalves, A.N., 58, 59
Gouvêa Jr., J.C.R., 60
Granger, D., 57
Grossi, R.M., 61
Guacaneme, C., 29, 34, 62
Guedes, C.C.F., 86
Guimarães, L.F., 63
Guralnik, B., 86
Gutiérrez, J.C.G., 64
Hart, S.T., 65
Hein, J., 30
Hernández-González, J.S., 66
Hirata, R., 18, 26, 42, 79, 96
Hollanda, M.H., 75
Hornby, A., 63
Hunter, N.J.R., 109
Ianniruberto, M., 124
Iriarte, A.R., 67
Jain, M., 86, 91
Janasi, V.A., 63, 88, 93, 126, 129
Janikian, L., 22
Jesus, J.S., 68
Johnson, C.A., 80
Jovane, L., 30, 35, 44
Juliãni, C., 41, 43, 114
Julião, E.L., 69
Karmann, I., 36, 57
Kuberek, N.T., 70
Kuchenbecker, M., 29
Kueppers, U., 63
Kumar, R., 91
Lagoeiro, L., 109
Lambert, R., 86
Lanari, P., 131
Lemos, M.B., 71
Lemos-Santos, D.V., 72
Lima, E.F., 63
Lima, E.M., 73, 92
Lima, N.M., 74
Lojkasek-Lima, P., 26
Lopes, J.C., 76
Lopes, J.M., 75
Lopes, L.B.L., 69
Louro, V.H.A., 27, 56
Magon, P.M., 77
Malta, I. S., 78
Mapa, F.B., 80
Marinho, F.A.M., 71
Marques, C.H.G., 79
Marques, I.P., 80



1º SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP

- Martins, L., 129
Martins, V.T.S., 111, 122
Medeiros, V.B., 81
Mello, C.R., 82
Mello, J.V.T., 83
Menezes, J.B., 84
Mikhail, S., 119
Milani, L.A., 85
Mineli, T.D., 86, 87
Monsalve, V., 88
Monteiro, L.V.S., 17, 49, 78, 80
Montenegro Rivera, L.C., 89
Moraes, R., 21, 28, 56, 66, 69, 110, 115, 125
Moscati, R.J., 80
Motta, R.G., 69
Moura, T.T., 107
Moyen, J.-F., 41
Mucivuna, V.C., 90
Niyonzima, P., 91
Nogueira, L., 86
Nunes, L.H.M.N., 73, 92
Oliveira, E.V., 81
Oliveira, P.E., 15, 81, 84, 104, 117
Palmeira, L.C.M., 80
Parra, M., 53, 103
Paula-Santos, G.M., 29, 34, 62
Pereira, G.S., 93
Petroni, C., 94
Philippot, P., 106
Pinaya, J., 15
Pineschi, D., 95
Pinhatti, A., 96
Pinheiro, F.L., 101
Pinho, T.M.L., 97
Pino, D.S., 26, 98
Pioker-Hara, F.C., 73, 92
Ponte, M.V., 99
Portilho-Ramos, R.C., 97
Prado, A.H., 100, 124
Prado, G.M.E.M., 101
Puglieri, T.S., 77
Pupim, F.N., 31, 53, 68, 86, 112
Queiroz, D.S., 102
Ramirez-Arias, J.C., 103
Ramos, C., 104
Ramos, G.Z., 105
Rego, E.S., 106
Reverte, F.C., 107
Reynard, E., 90
Reys, A.C., 108
Ribas, C.C., 112
Ribeiro, B.V., 109
Ricardo, B.S., 110
Río, I., 86
Rios, A.P., 111
Rocha, M.M., 105
Rocha-Campos, A.C., 84
Rodrigues, F.C.G., 112
Sadowski, G.R., 130
Salazar-Naranjo, A.F., 113
Sansjofre, P., 34
Santana, A.G., 59
Santos, B.F., 114
Santos, C.A., 115
Santos, F.M., 116
Santos, P., 84
Santos, R.A., 117
Santos, V.M. N., 116
Sartorio, F., 26, 118
Sawakuchi, A.O., 15, 16, 37, 53, 86, 87, 91, 112
Sawakuchi, H.O., 16
Schefuss, E., 51
Semêdo, P.A., 119
Serrano, Y.P., 120
Shibata, C.S.V., 121
Siga Jr., O., 110
Silva, M.E., 20, 130
Silva, M.F., 122
Somekawa, S., 123
Suhogusoff, A.V., 61, 94
Szabó, G.A.J., 115
Tamura, L.N., 124
Tasco, L.H., 125
Tassinari, C.C.G., 82, 120
Teixeira, W., 72
Toledo, B.B., 126
Tonio, T.F., 127
Trindade, R.I.F., 29, 34, 62, 64, 89
Turra, B.B., 80
Ulsen, C., 71
Vasconcelos, P.M., 24
Velandia, A.S., 128
Vieira, R.M.A., 54
Virmond, A.L., 129
Vlach, S.R.F., 24, 39, 113, 119, 128
Weinberg, R.F., 109
White, R.W., 115
Xavier, B.C., 130
Yogi, M.T., 33, 131