



**2° SIMPÓSIO DE  
PÓS-GRADUAÇÃO DO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
USP**

**Boletim de Resumos**

**2021**



**2º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
USP**



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Reitor: Prof. Dr. Vahan Agopyan

Vice-reitor: Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandes

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Diretor: Prof. Dr. Caetano Juliani

Vice-diretor: Prof. Dr. Carlos José Archanjo

**ORGANIZAÇÃO:** Marly Babinski, Lena Virginia Soares Monteiro, Frederico Meira Faleiros, Juliana de Moraes Leme Basso, Bárbara Bueno Toledo, Melina Cristina Borges Esteves e Katherine Kutsumbos Hummel

**ORGANIZAÇÃO EDITORIAL:** Célia Regina de Oliveira Rosa

**DIAGRAMAÇÃO:** Daniel Machado

**FOTO CAPA:** Fernando José de Souza

**SINOPSE**

Simpósio para apresentação dos trabalhos de pesquisa científica, desenvolvidos pelos alunos de Pós-Graduação do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Este trabalho é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e autoria e de acordo com a Licença Creative Commons indicada:



CC BY-NC: Esta licença permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam sobre o material em qualquer meio ou formato apenas para fins não comerciais e apenas enquanto a atribuição for dada ao criador.

Catálogo da publicação

Universidade de São Paulo - Instituto de Geociências

---

2º Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de Geociências – USP (2.: São Paulo, SP, 2021) [fonte eletrônica]. Boletim de Resumos / 2º Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 19 e 20 de agosto de 2021. São Paulo: Instituto de Geociência da USP, 2021. 95 p.

ISBN: 978-65-86403-03-9 (digital)

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

CDD 558.106

---

Elaborado por Celia Regina de Oliveira Rosa (CRB-8/5653)



# **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Marly Babinski  
Lena Virginia Soares Monteiro  
Frederico Meira Faleiros  
Juliana de Moraes Leme Basso  
Bárbara Bueno Toledo  
Melina Cristina Borges Esteves  
Katherine Kutsumbos Hummel  
Célia Regina de Oliveira Rosa  
Daniel Machado

## **2º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS USP**

ISBN: 978-65-86403-03-9

**São Paulo**  
**19 e 20 de agosto de 2021**

---

## COMISSÃO ORGANIZADORA

**Marly Babinski**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação do IGc-USP

**Lena Virginia Soares Monteiro**

Vice-Presidente da Comissão de Pós-Graduação do IGc-USP e  
Coordenadora do Programa Recursos Minerais e Hidrogeologia

**Frederico Meira Faleiros**

Coordenador do Programa Mineralogia e Petrologia

**Juliana de Moraes Leme Basso**

Coordenadora do Programa Geoquímica e Geotectônica

**Bárbara Bueno Toledo**

Representante Discente

**Melina Cristina Borges Esteves**

Representante Discente

**Katherine Kutsumbos Hummel**

Seção de Pós-Graduação do IGc

**Célia Regina de Oliveira Rosa**

Biblioteca do IGc

**Daniel Machado**

Seção de Publicações do IGc

Realização:



Apoio:





---

## APRESENTAÇÃO

Após 2 anos da realização do 1º Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de Geociências, os três programas do Instituto se unem novamente para organizar o 2º Simpósio de Pós-Graduação. Desde então, mais mestres e doutores foram formados e hoje já atingimos o número de 875 Mestres e 634 Doutores titulados em nossos programas.

Atualmente os três Programas de Pós-Graduação em Geociências do IGc, **Geoquímica e Geotectônica – Recursos Minerais e Hidrogeologia – Mineralogia e Petrologia**, possuem cerca de 180 alunos regularmente matriculados e cerca de 60 orientadores.

O 1º Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de Geociências teve a participação de cerca de 150 inscitos e foi um grande sucesso. Foi um evento presencial com grande interação entre os alunos, docentes e funcionários, com uma troca intensa e saudável de informações.

Com a pandemia do Covid-19, veio um tempo de distanciamento social que, infelizmente, dificultou a vivência dos alunos e sua relação com a comunidade do Instituto. Foram tempos difíceis nos quais a pesquisa saiu do nosso prédio e migrou para os lares de cada um. A conversa foi truncada, o acesso aos colegas e professores ficou difícil. Felizmente, as providências da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da USP propiciaram o necessário apoio aos nossos alunos, concedendo prazos maiores e perspectivas de uma saída mais tranquila desta situação de pandemia. Assim, as pesquisas tiveram continuidade, embora num ritmo mais lento.

Depois da pior fase, há uma perspectiva de retomada das atividades e o 2º Simpósio de Pós-Graduação IGc-USP vem num período em que é necessário mostrar à sociedade, de forma ainda mais contundente, a importância da ciência nas nossas vidas e para o desenvolvimento no nosso país, pois sofremos diariamente os ataques negacionistas e anti-científicos. Ciência é a nossa salvação e temos que usar todas as oportunidades disponíveis para expressar isso à sociedade.

Assim, neste momento, a Comissão de Pós-Graduação do IGc convida a todos para nos unirmos em favor da luta pela ciência. Agradecemos imensamente o apoio dos discentes, docentes e funcionários do IGc e da Pró-reitoria de Pós-Graduação da USP para a organização do evento e esperamos a participação de todos no **2º Simpósio de Pós-Graduação do Instituto de Geociências**.

Muito obrigada!

Marly Babinski

Presidente da Comissão de Pós-Graduação



---

# PROGRAMAÇÃO





## 19 DE AGOSTO

9h00 às 10h00	Palestra: Prof. Carlos Gilberto Carlotti Júnior Pró-reitor da Pós-Graduação da USP	O atual cenário da Pós-Graduação na USP e no país
10h30	Lucas Ramos Tesser	Migmatitos de UHT do Complexo Arapiraca: evidências petro-cronológicas de um ribbon do Cráton São Francisco na Província Borborema Sul, NE do Brasil
10h45	Bárbara Bueno Toledo	Petrogenesis of granites from the Ediacaran Socorro Batholith, SE Brazil: constrains from zircon dating, geochemistry and Sr-Nd-Hf isotopes
11h00	Laísa de Assis Batista	Datação em migmatitos: condições P-T, escala de equilíbrio e consequências para o registro metamórfico em zircão e monazita
11h15	Dina Cabrita	Deformation, thermochronology and tectonic significance of the crustal-scale Cubatão Shear Zone, Ribeira Belt, Brazil
11h30	Daniela Leal Rodrigues	Granulitos UHT do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, Cráton do São Francisco, Bahia, Brasil – estágio atual do conhecimento e perspectivas futuras
11h45	Debora Amato Lourenço Rossi	Multivariate approach to geochemical mapping
12h00	Otávio Barbosa Ferreira	Caracterização Hidrogeológica de Estruturas Rúpteis Localizadas entre a Mina Subterrânea de Vazante e o Rio Santa Catarina, Minas Gerais, Brasil
12h15	Luiz Fernandes Dutra	The Cu–Au–(Ni) mineralization events in the IOCG magmatic-hydrothermal system of the Carajás Mineral Province
12h30	Almoço	
13h30	Fernanda Costa Rodrigues	Proveniência dos depósitos fluviais Mesozoicos-Cenozoicos na Amazônia Central: uma abordagem integrativa OSL e XRF
13h45	Pontien Niyonzima	Luminescence dating of quartz from ironstones of the Xingu River, Eastern Amazonia
14h00	Eric Siciliano Rego	Fotossíntese anoxigênica e suas implicações na deposição de formações ferríferas em Carajás, Brasil.
14h15	Cristian Guacaneme	Geoquímica de metais traços e isótopos de estrôncio nas rochas do Grupo Bambuí: implicações paleoambientais na Bacia do São Francisco na transição Ediacarano-Cambriano
14h30	Carolina Bedoya Rueda	Quimioestratigrafia isotópica da formação salitre na bacia de Irecê, Cráton do São Francisco
14h45	Thaís Silva	Morfologia dos campos de dunas ativos associados à foz do rio São Francisco: uma primeira aproximação
15h00	Débora Silva Queiroz	Possibilidades e restrições do mapa índice de geodiversidade: exemplo da Baixada Santista, SP
15h15	Daniel De Stefano Menin	Metodologia de qualificação de cavernas para uso educativo
15h30	Natasha Sarde Marteleto	Geoprocessamento na elaboração de mapas geológicos: de perfis regionais a mapas de demi-detalle – um exemplo na Serra Gaúcha
15h45	Raphael Martin Salaroli	Estudo comparativo entre estimativas geoestatísticas e estatística multi-ponto
16h00	Carlos Marques	Resolvendo um problema insolúvel com Soluções baseadas na Natureza: aquíferos urbanos contaminados
16h15	Giulia Marina Cerqueira Dias	Quantificação das incertezas espaciais associadas aos contaminantes do minério de ferro a partir da Simulação Sequencial Gaussiana, aplicada ao controle de qualidade de curto prazo



16h30	Luiz Coura Filho	Análise estrutural e regime de fluidos de ocorrências auríferas disseminadas e filonares da Província de Alta Florestas (MT)
-------	------------------	--

16h50 às 18h00	SESSÃO PÔSTER		
Sala 1	16h50	Melina Esteves	Volatiles expelled through magma-sediment interactions in the Paraná- Etendeka Magmatic Province
	16h55	Mariana de Matheus Marques dos Santos	Estudos de proveniência pelo método U-Pb e Hf em zircão pela técnica LA-ICP-MS dos depósitos Paleozoicos e origem de cinzas vulcânicas da Bacia do Paraná
Sala 2	17h00	Nazaré Alves Barbosa	Geocronologia e geoquímica isotópica aplicada à caracterização do sistema mineral IOCG no Hub AQW1-AQW2-AQW7, Aquiri, Província Carajás
	17h05	Giovanna Custódio Moreira	Processos de dissolução-reprecipitação em zircão e implicações para o timing da mineralização de Cu-Au no depósito IOCG AQW2, na região do Aquiri, Província Mineral de Carajás
	17h10	Aniceto Elcídio Alves Macie	Caracterização mineralógica e geoquímica do depósito de carvão e dos rejeitos na região carbonífera de Moatize, Província de Tete - Moçambique
Sala 3	17h15	Luiz Gustavo Pereira	Tafonomia de alta resolução dos bioclastos, Formação Tamengo (Ediacarano), Grupo Corumbá, Brasil
	17h20	Henrique Albuquerque Fernandes	Investigação dos níveis de oxigênio no Ediacarano a partir de análise multiproxy em rochas carbonáticas do Grupo Corumbá
Sala 4	17h30	Cynthia Ramos	O papel do grão de pólen no combate ao tráfico de cocaína no Porto de Santos
	17h35	Thomas Akabane	Millennial-scale amazonian vegetation changes during the late pleistocene
	17h40	Guilherme Raffaeli Romero	Bioestratigrafia de palinórfos da formação Romualdo, Aptiano da Bacia do Araripe, NE do Brasil
Sala 5	17h45	Eliana Mazzucato	Geomorfossítios de processos costeiros do Litoral Norte de São Paulo: exemplos para o ensino de Geociências e Educação Ambiental
	17h50	Karina de Souza Ibanez	Patrimônio geológico tectônico na Faixa Ribeira central: análise de boudins como registros da evolução regional, litoral norte de São Paulo
	17h55	Laura Pereira Balaguer	Serviços ecossistêmicos providos pela geodiversidade: resultados preliminares do município de Caraguatatuba e Parque Estadual da Serra do Mar (SP)

## 20 DE AGOSTO

9h00 às 10h00	Palestra: Dr. Thomas Wiersberg Coordenador de Educação do ICDP	The International Continental Scientific Drilling Program ICDP: Achievements, goals, and how to get involved
10h30	Carla Cristina Magalhães de Moraes	Estudo de piping: aplicação de eletrorresistividade e caracterização de campo
10h45	Lucas Bassan	Impactos da setorização do corpo mineral: Estimativa de Recursos, Análise de contaminação entre blocos e simulação condicional.
11h00	Luiz Guilherme Gomes Fregona	Investigação hidrogeoquímica e isotópica de anomalia de enxofre dissolvido em águas subterrâneas na região do canal do Jurubatuba, São Paulo
11h15	Lucas Ferreira de Brito	Genesis of base metal deposit in the Camaquã Basin (RS) and vector to mineralization



11h30	Oscar Andres Lazcano Patroni	Estudos magnéticos no Bloco Serrinha: implicações tectônicas na formação do paleocontinente São Francisco-Congo (2.160 - 2.080 Ma)
11h45	Júlia Taciro Mandacarú Guerra	Química mineral e implicações para a petrologia de rochas vulcânicas de afinidade alcalina do oeste da Elevação do Rio Grande, Oceano Atlântico Sul
12h00	Carlos Ávila	Reologia da crosta continental e a espessura cumulativa do cisalhamento transcorrente de Senador Pompeu, Domínio Ceará Central, Província Borborema
12h15	João Victor Tumenas Mello	Das melt inclusions à matrix: avaliação do comportamento do enxofre na Província Magmática Paraná

12h30

Almoço

13h30	Mariane Borba de Lemos	Caracterização geotécnica de rejeitos finos de minério de ferro utilizando princípios de mecânica de solos
13h45	Augusto Nobre Gonçalves	Contribuições da Geologia à Indústria 4.0
14h00	Rafaela Cardoso Dantas	Mineralogia Autigênica em Sedimentos Quaternários da Bacia de Santos: Evidências de Emanações de Metano no Oceano Atlântico Sudoeste
14h15	Antonio Tadashi Kikuda	Modelagem geométrica de corpos de minério dobrados por meio da função volume
14h30	Cristian Nunes Estevam	Análise espacial multivariada dos depósitos sedimentares costeiros quaternários de Santa Catarina, Brasil
14h45	Camila Eliza Althaus	Reconstrução do modelo deposicional do membro Mucuri, fase SAG da Bacia do Espírito Santo
15h00	Tom Dias Motta Morita	Origem biogênica de ácido sulfúrico e sua ação corrosiva na espeleogênese no carste da Bacia de Irecê, Grupo Una
15h15	Thiago de Freitas Toniolo	Tafonomia e sistemática dos microfósseis das formações Tamengo e Guaicurus (Grupo Corumbá, Faixa Paraguai Sul) e suas implicações evolutivas e paleoambientais
15h30	Cleber Quidute Clemente Diniz	Impacto icnofossilífero em depósitos Ediacaranos do Grupo Corumbá
15h45	Thays Desiree Mineli	Aplicabilidade de curva dose-resposta padrão para datação OSL em quartzo de sedimentos brasileiros

16h00  
às  
17h20

### SESSÃO PÔSTER

Sala 1	16h00	Ana Paula Agostinelli dos Santos	O Oceano Charrua e o registro toniano na região sul brasileira: história ígnea e metamórfica do Terreno São Gabriel
	16h05	Mikaella Balis	Seriam a Nappe Socorro-Guaxupé e o Domínio São Roque segmentos de uma paleogeografia de margem ativa?
	16h10	Daniel do Valle Lemos Santos	Geologia Isotópica nos Andes Centrais: implicações tectônicas
	16h15	Gabriella Labate Frugis	Proveniência sedimentar como um arquivo da exumação tanto do bloco cratônico quanto do interior orogênico controlando o desenvolvimento da paleogeografia da Faixa Paraguai
Sala 2	16h20	Rebeca Durço Coelho	Análise multiescala no estudo de escorregamentos
	16h25	Stefania Cristino de Oliveira	Estimativa da concentração de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Rio Taquari/MS
	16h30	Bruna Cunha	Biogeoquímica do Cobre em ambientes costeiros: Contribuição das tintas anti-incrustantes



Sala 3	16h35	Gabriel Cellier	Magmatic-Hydrothermal Mineralization Processes of Tapajós Mineral Province: Constraints from Whole-rock and Zircon Geochemistry of Tapajós Mineral Province: Constraints from whole-rock and zircon geochemistry
	16h40	Gabriela Serêjo	Modelo geofísico-geológico do depósito de Cu-Au Aqw2, na região do Aquiri, porção NW da Província Carajás
	16h45	Elis Figueiredo Oliveira	Composição química da clorita e muscovita hidrotermais da ocorrência cupro-aurífera do Alvo-47, Província de Alta Floresta (MT)
Sala 4	16h50	Gustavo Scuracchio Rossi	Análise de materiais e recursos educativos desenvolvidos em Geoparques Globais da UNESCO
	16h55	Andrea Duarte Cañizares	Percepção das Geociências e da Geodiversidade nos Geossítios Caverna do Diabo, Parque Geológico do Varvito e Pico do Itapeva - SP
	17h00	Lillian da Silva Cardoso	Estratégias de Divulgação Geocientífica no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, MG
Sala 5	17h05	Luiza Reis	Populações Indígenas e Meio Ambiente na Amazônia Antiga: Uma abordagem paleoambiental
	17h10	Kleitton Rabelo de Araújo	Padrões de emissão de CO <sub>2</sub> e CH <sub>4</sub> em diferentes ambientes da Amazônia brasileira
	17h15	Leonardo Henrique Gomes da Silva	Estudo de paleocorrentes em afloramentos virtuais obtidos por drones
	17h20	Geovana Leite Geraldo	Reavaliação das paleogeografias do oeste da Amazônia brasileira no neógeno: delimitações espaciais e temporais da formação Solimões na bacia do Acre
	17h25	Júlia Grigolato	Reconstituição da precipitação da Bacia Amazônica durante os últimos 30 kyr empregando um testemunho sedimentar marinho
17h30	Mesa redonda: Mulheres geocientistas - maternidade e desafios na carreira		
18h30	Premiação melhores apresentações		



---

# SUMÁRIO DOS RESUMOS



Resumo 001	<b>Akabane, T.K., De Oliveira, P.E., Chiessi, C.M., Sawakuchi, A.O., Bouimetarhan, I., Mulitza, S.</b>
pág. 22	"Millennial-Scale Amazonian vegetation changes during the late pleistocene"
Resumo 002	<b>Althaus, C.E., Scherer, C.M.S.</b>
pág. 23	"Reconstrução do modelo deposicional do Membro Mucuri, fase SAG da Bacia do Espírito Santo"
Resumo 003	<b>Araújo, K.R.A., Sawakuchi, H.O., Bertassoli Junior, D.J., Sawakuchi A.O.</b>
pág. 24	"Padrões de emissão de CO2 e CH4 em diferentes ambientes da Amazônia Brasileira"
Resumo 004	<b>Balaguer, L.P., Garcia, M.G.M., Reverte, F.C., Ribeiro, L.M.A.L., Bourotte, C.L.M.</b>
pág. 25	"Serviços ecossistêmicos providos pela geodiversidade: resultados preliminares do município de Caraguatatuba e Parque Estadual da Serra do Mar (SP)"
Resumo 005	<b>Balis, M., Campos Neto, M.C.</b>
pág. 26	"Seriam a Nappe Socorro-Guaxupé e o Domínio São Roque segmentos de uma paleogeografia de margem ativa?"
Resumo 006	<b>Barbosa, N.A., Monteiro, L.V.S., Moreto, C.P.N.</b>
pág. 27	"Geocronologia e geoquímica isotópica aplicada à caracterização do sistema mineral iocg no hub aqw1-aqw2-aqw7, aquiri, província carajás"
Resumo 007	<b>Bassan, L., Rocha, M.M.</b>
pág. 28	"Impactos da setorização do corpo mineral: estimativa de recursos, análise de contaminação entre blocos e simulação condicional"
Resumo 008	<b>Batista, L.A., Moraes, R., Kelsey, D.E., Gengo, R.M., Tesser, L.R.</b>
pág. 29	"Datação em migmatitos: condições P-T, escala de equilíbrio e consequências para o registro metamórfico em zircão e monazita"
Resumo 009	<b>Bedoya-Rueda, C., Babinski, M., Paula-Santos, G.M., Guacaneme, C., Caetano-Filho, S., Afonso, J., Amorim, K., Fraga-Ferreira, P.L., Trindade, R.I.F.</b>
pág. 30	"Quimioestratigrafia isotópica da Formação Salitre na Bacia de Irecê, Cráton do São Francisco"
Resumo 010	<b>Brito, L.F., Juliani, C.</b>
pág. 31	"Genesis of base metal deposit in the Camaquã Basin (RS) and Guides for the Mineralization"
Resumo 011	<b>Cabrita, D.I.G., Faleiros, F.M., Menegon, L., Ribeiro, B.V., Cawood, P.A., Campanha, G.A.C.</b>
pág. 32	"Deformation, thermochronology and tectonic significance of the Crustal-Scale Cubatão Shear Zone, Ribeira Belt, Brazil"



Resumo 012 **Canizares, A.D., Bourotte, C.L.M., Garcia, M.G.M.**

pág. 33 "Percepção das geociências e da geodiversidade nos Geossítios Caverna do Diabo, Parque Geológico do Varvito e Pico do Itapeva – SP"

Resumo 013 **Cardoso, L.S., Bacci, D.C.**

pág. 34 "Estratégias de divulgação geocientífica no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, MG"

Resumo 014 **Cellier, G., Cassini, L.V., Juliani, C.**

pág. 35 "Magmatic-hydrothermal mineralization processes of Tapajós Mineral Province: constraints from whole-rock and zircon geochemistry"

Resumo 015 **Cerqueira, Dias, G.M., Rocha, M.M.**

pág. 36 "Quantificação das incertezas espaciais associadas aos contaminantes do minério de ferro a partir da simulação sequencial gaussiana, aplicada ao controle de qualidade de curto prazo"

Resumo 016 **Coelho, R.D., Grohmann, C.H.**

pág. 37 "Análise multiescala no estudo de escorregamentos"

Resumo 017 **Coura Filho, L.E.F.**

pág. 38 "Análise estrutural e regime de fluidos de ocorrências auríferas disseminadas e filonares da Província de Alta Florestas (MT)"

Resumo 018 **Cunha, B., Garnier, J., Tonhá, M., Araújo, D., Machado, W., Fernandez, M., Babinski, M.,**

pág. 39 "Biogeoquímica do Cobre em ambientes costeiros: Contribuição das tintas anti-incrustantes"

Resumo 019 **Dantas, R.C., Jovane, L.**

pág. 40 "Mineralogia autigênica em sedimentos quaternários da Bacia de Santos: evidências de emanações de metano no Oceano Atlântico Sudoeste"

Resumo 020 **Diniz, C.Q.C., Leme, J.M.**

pág. 41 "Impacto icnofossilífero em depósitos ediacaranos do Grupo Corumbá"

Resumo 021 **Dutra, L.F., Monteiro, L.V.S.**

pág. 42 "The Cu–Au–(Ni) mineralization events in the locg magmatic-Hydrothermal System of the Carajás Mineral Province"

Resumo 022 **Estevam, C. N.; Giannini, P. C. F.**

pág. 43 "Análise espacial multivariada dos depósitos sedimentares costeiros quaternários de Santa Catarina, Brasil"





Resumo 023 **Esteves, M.C.B., Alves, A.**

pág. 44 "Volatiles expelled through magma-sediment interactions in the Paraná-Etendeka Magmatic Province"

Resumo 024 **Fernandes, H. A., Boggiani, P.C.**

pág. 45 "Investigação dos níveis de oxigênio no ediacarano a partir de análise multiproxy em rochas carbonáticas do Grupo Corumbá"

Resumo 025 **Ferreira, O.B., Tavares, T., Suhogusoff, A.V., Díaz, V.L., Araújo, E.E., Gamba, C.C., Gandolfo, O.B.**

pág. 46 "Caracterização Hidrogeológica de Estruturas Rúpteis Localizadas entre a Mina Subterrânea de Vazante e o Rio Santa Catarina, Minas Gerais, Brasil"

Resumo 026 **Fregona, L.G.G., Bertolo, R.A.**

pág. 47 "Investigação hidrogeoquímica e isotópica de anomalia de enxofre dissolvido em águas subterrâneas na região do Canal do Jurubatuba, São Paulo"

Resumo 027 **Frugis, G.L., Campos Neto, M.C.**

pág. 48 "Proveniência sedimentar como um arquivo da exumação tanto do bloco cratônico quanto do interior orogênico controlando o desenvolvimento da paleogeografia da Faixa Paraguai"

Resumo 028 **Geraldo, G.L., Almeida, R.P.**

pág. 49 "Reavaliação das paleogeografias do Oeste da Amazônia Brasileira no neógeno: delimitações espaciais e temporais da Formação Solimões na Bacia do Acre"

Resumo 029 **Gonçalves, A.N., Andrade, F.R.D.**

pág. 50 "Contribuições da geologia à indústria 4.0"

Resumo 030 **Grigolato, J., Chiessi, C.M., Nace, T.E., Bertassoli Jr., D.J., Campos, M.C., Silva, C.G., Baker, P.A.**

pág. 51 "Reconstituição da precipitação da Bacia Amazônica durante os últimos 30 kyr empregando um testemunho sedimentar marinho"

Resumo 031 **Guacaneme, C., Caetano-Filho, S., Paula-Santos, G.M., Babinski, B., Bedoya-Rueda, C., Fraga-Ferreira, P.L., Trindade, R.**

pág. 52 "Geoquímica de metais traços e isótopos de estrôncio nas rochas do Grupo Bambuí: implicações paleoambientais na Bacia do São Francisco na transição ediacarano-cambriano"

Resumo 032 **Guerra, J.T.M., Janasi, V.A., Srivastava, P., Basei, M.A.S., Jovane, L.**

pág. 53 "Química mineral e implicações para a petrologia de rochas vulcânicas de afinidade alcalina do oeste da Elevação do Rio Grande, Oceano Atlântico Sul"

Resumo 033 **Ibanez, K., Garcia, M.G.M**

pág. 54 "Patrimônio geológico tectônico na Faixa Ribeira central: análise de boudins como registros da evolução regional, litoral norte de São Paulo"



Resumo 034 **Kikuda, A.T.**

pág. 55 "Modelagem geométrica de corpos de minério dobrados por meio da função volume"

Resumo 035 **Leal Rodrigues, D., Moraes, R., Oliveira, J.S.S.**

pág. 56 "Granulitos UHT do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, Cráton do São Francisco, Bahia, Brasil – estágio atual do conhecimento e perspectivas futuras"

Resumo 036 **Lemos, M. B., Marinho, F.A.M., Gonçalves, F.P.**

pág. 57 "Caracterização geotécnica de rejeitos finos de minério de ferro utilizando os princípios de mecânica de solos"

Resumo 037 **Macie, A.E.A., Bacci, D.C.**

pág. 58 "Caracterização mineralógica e geoquímica do depósito de carvão e dos rejeitos na região carbonífera de Moatize, Província de Tete – Moçambique"

Resumo 038 **Marques, C.H.G., Hirata, R., Terada, R.**

pág. 59 "Resolvendo um problema insolúvel com Soluções baseadas na Natureza: aquíferos urbanos contaminados"

Resumo 039 **Marques dos Santos, M. M., Passarelli, C. R., Basei, M. A. S., Siga-Júnior, O.**

pág. 60 "Estudos de proveniência pelo método U-Pb e Hf em zircão pela técnica LA-ICP-MS dos depósitos Paleozoicos e origem de cinzas vulcânicas da Bacia do Paraná"

Resumo 040 **Marteletto, N.S., Janasi, V.A., Polo, L.A., Alves, A., Guimaraes, L.F.**

pág. 61 "Geoprocessamento na elaboração de mapas geológicos: de perfis regionais a mapas de demi-detalhe – um exemplo na Serra Gaúcha"

Resumo 041 **Mazzucato, E., Bacci, D.C., Souza, C.R.G.**

pág. 62 "Geomorfossítios de processos costeiros do Litoral Norte de São Paulo: exemplos para o ensino de Geociências e Educação Ambiental"

Resumo 042 **Mello, J.V.T, Alves, A.**

pág. 63 "Das melt inclusions à matrix: avaliação do comportamento do enxofre na Província Magmática Paraná"

Resumo 043 **Menin, D.S., Bacci, D.C.**

pág. 64 "Inventário espeleológico do Vale do Ribeira e metodologia de qualificação de cavernas para uso educativo"

Resumo 044 **Mineli, T.D., Del Río, I., Porat, N., Sawakuchi, A.O.**

pág. 65 "Aplicabilidade de curva dose-resposta padrão para datação OSL em quartzo de sedimentos brasileiros"



Resumo 045 **Moraes, C.C.M., Pizzato, P.**

pág. 66 "Estudo de *piping*: aplicação de eletrorresistividade e caracterização de campo"

Resumo 046 **Moreira, G.C., Monteiro, L.V.S.**

pág. 67 "Processos de dissolução-reprecipitação em zircão e implicações para o timing da mineralização de Cu-Au no depósito IOCG AQW2, na região do Aquiri, Província Mineral de Carajás"

Resumo 047 **Morita, T.D.M., Karmann, I., Romano R.G., Godinho L.P.S., Pellizari V.**

pág. 68 "Origem biogênica de ácido sulfúrico e sua ação corrosiva na espeleogênese no carste da Bacia de Irecê, Grupo Una"

Resumo 048 **Niyonzima, P., Sawakuchi, A.O., Bertassoli Jr., D.J., Pupim, F.N., Porat, N., Freire, M.P., Góes, A.M., Rodrigues, F.C.G.**

pág. 69 "Luminescence dating of quartz from ironstones of the Xingu River, Eastern Amazonia"

Resumo 049 **Oliveira, E.F., Assis, R.R.**

pág. 70 "Composição química da clorita e muscovita hidrotermais da ocorrência cupro-aurífera do alvo-47, Província de Alta Floresta (MT)"

Resumo 050 **Oliveira, S.C., Brito, R. C., Pupim, F.N.**

pág. 71 "Estimativa da concentração de sedimentos em suspensão na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari/MS"

Resumo 051 **Patroni, O.A.L., Raposo, M.I.B., D`Agrella Filho, M.S.**

pág. 72 "Estudos magnéticos no Bloco Serrinha: implicações tectônicas na formação do paleocontinente São Francisco-Congo (2.160 – 2.080 Ma)"

Resumo 052 **Pereira, L.G., Leme, J.M.**

pág. 73 "Tafonomia de alta resolução dos bioclastos, Formação Tamengo (ediacarano), Grupo Corumbá, Brasil"

Resumo 053 **Queiroz, D.S., Garcia, M.G.M**

pág. 74 "Possibilidades e restrições do mapa índice de geodiversidade: exemplo da Baixada Santista, SP"

Resumo 054 **Ramos, C.**

pág. 75 "O papel do grão de pólen no combate ao tráfico de cocaína no Porto de Santos"

Resumo 055 **Rego, E.S., Busigny, V., Lalonde, S.V., Philippot, P., Bouyon, A., Rossignol, C., Babinski, M., Zapparoli, A.C.**

pág. 76 "Fotossíntese anoxigênica e suas implicações na deposição de formações ferríferas em Carajás, Brasil"



Resumo 056 **Reis, L.S., Oliveira, P.E.**

pág. 77 "Populações indígenas e meio ambiente na Amazônia Antiga: uma abordagem paleoambiental"

Resumo 057 **Rodrigues, C.L.Á., Archanjo, C.J.**

pág. 78 "Reologia da crosta continental e a espessura cumulativa do cisalhamento transcorrente de Senador Pompeu, Domínio Ceará Central, Província Borborema"

Resumo 058 **Rodrigues, F.C.G., Bertassoli, D., Del Río, I.A., Mineli, T.D., Chiessi, C.M., Sawakuchi, A.O.**

pág. 79 "Proveniência dos depósitos fluviais Mesozoicos-Cenozoicos na Amazônia Central: uma abordagem integrativa OSL e XRF"

Resumo 059 **Romero, G.R., Oliveira, P.E.**

pág. 80 "Bioestratigrafia de palinórfos da Formação Romualdo, aptiano da Bacia do Araripe, NE do Brasil"

Resumo 060 **Rossi, D.A.L.**

pág. 81 "Multivariate approach to geochemical mapping"

Resumo 061 **Rossi, G.S., Garcia, M.G.M., Bourotte, C.L.M.**

pág. 82 "Análise de materiais e recursos educativos desenvolvidos em Geoparques Globais da UNESCO"

Resumo 062 **Salaroli, R.M., Rocha, M.M.**

pág. 83 "Estudo comparativo entre estimativas geoestatísticas e estatística multi-ponto"

Resumo 063 **Santos, A.P.A., Basei, M.A.S.**

pág. 84 "O Oceano Charrua e o registro toniano na região Sul Brasileira: história ígnea e metamórfica do Terreno São Gabriel"

Resumo 064 **Serêjo, G., Monteiro, L.V.S., Louro, V.H.A.**

pág. 85 "Modelo geofísico-geológico do depósito de Cu-Au AQW2, na região do Aquiri, porção NW da Província Carajás"

Resumo 065 **Gomes da Silva, L.H., Freitas, B.T.**

pág. 86 "Estudo de paleocorrentes em afloramentos virtuais obtidos por drones"

Resumo 066 **Silva, T.A., Giannini, P.C.F.**

pág. 87 "Morfologia dos campos de dunas ativos associados à Foz do Rio São Francisco: uma primeira aproximação"



---

Resumo 067 **Tesser, L.R., Araújo, C.E.G., Weinberg, R., Moraes, R., Basei, M.A.S., Batista, L.A.**

pág. 89 “Migmatitos de UHT do Complexo Arapiraca: evidências petrocronológicas de um ribbon do Cráton São Francisco na Província Borborema Sul, NE do Brasil”

Resumo 068 **Toniolo, T.F., Leme, J.M., Carmo, D.A., Moraes, L.**

pág. 90 “Tafonomia e sistemática dos microfósseis das formações Tamengo e Guaicurus (Grupo Corumbá, Faixa Paraguai Sul) e suas implicações evolutivas e paleoambientais”

Resumo 069 **Toledo, B.B., Janasi, V.A.**

pág. 91 “Petrogenesis of granites from the ediacaran Socorro Batholith, se Brazil: constrains from zircon dating, Geochemistry and Sr-Nd-Hf isotopes”

pág, 92 Índice Remissivo por autor



---

# RESUMOS



---

## MILLENIAL-SCALE AMAZONIAN VEGETATION CHANGES DURING THE LATE PLEISTOCENE

*Akabane, T.K.<sup>1</sup>, De Oliveira, P.E.<sup>1</sup>, Chiessi, C.M.<sup>2</sup>,  
Sawakuchi, A.O.<sup>1</sup>, Bouimetarhan, I.<sup>3</sup>, Mülitz, S.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Escola de Artes, Ciências e Humanidades/USP;

<sup>3</sup>University of Bremen, Center for Marine Environmental Sciences (MARUM).

### ABSTRACT

The knowledge of the Amazonian landscape evolution and the vegetation-climate relationship allow us to better understand processes related to this singular biodiversity origin and the potential consequences of the ongoing climate changes to the region. The Late Pleistocene was marked by regional vegetation changes in response to important climatic oscillations at different timescales. The extension of these changes and how they took place remain a much-debated topic. In particular, the impact of the millennial-scale climatic changes on the vegetation is still poorly known due to the scarcity of high-resolution archives. Marine sediment deposits close to large drainage basins can potentially record a regional continental signal, from which we can access its paleoenvironmental history. As such, palynology represents an essential tool for assessing past floristic shifts. The Amazon River delivers great amounts of suspended particles to the ocean altogether with pollen grains sourced from several Amazonian ecosystems, especially those at the lowlands. Our research is based on palynological and microcharcoal analyses on the marine core GeoB16224-1 (6°39.38'N, 52°04.99'W), retrieved from an area under the influence of the Amazon sediment plume on the French Guiana continental slope. The main objective is to investigate the response of the Amazon vegetation to the Late Pleistocene millennial-scale climatic changes between ca. 47–12.8 ka. Thus, we opted for an average temporal resolution of approximately 250 yr. Preliminary results indicate the predominance of pollen grains from herbaceous taxa, such as Poaceae and Cyperaceae. The second most abundant group is composed of cold-adapted taxa, mainly Podocarpus, Hedyosmum, Ilex and Alnus, which increase towards the Last Glacial Maximum, ca. 19.6–24.6 ka BP. The tropical forest taxa group shows a great diversity but in a relative low abundance and is composed of taxa such as Alchornea, Malpighiaceae, Moraceae/Urticaceae, Schefflera and Cedrela/Trichilia. The pollen assemblages indicate significant shifts in the vegetation composition related to the Late Pleistocene climate changes.

**Keywords:** Palynology; Quaternary; Amazon.





---

## RECONSTRUÇÃO DO MODELO DEPOSICIONAL DO MEMBRO MUCURI, FASE SAG DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

Althaus, C.E.<sup>1</sup>, Scherer, C.M.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### RESUMO

A Bacia do Espírito Santo é uma das bacias da margem leste brasileira, e juntamente com as bacias de Campos e Santos, abriga os imensos reservatórios do pré-sal. A porção *onshore* do Membro Mucuri (Formação Mariricu), objeto deste estudo, foi depositada na fase *sag* da bacia, sendo lateralmente adjacente aos depósitos do pré-sal. O modelo deposicional deste intervalo ainda é alvo de discussões, e seu reconhecimento pode corroborar com a reconstituição paleogeográfica e paleoambiental da Bacia do Espírito Santo no final do Aptiano, e, conseqüentemente, com a exploração dos reservatórios distais existentes. O objetivo principal deste trabalho é a análise sedimentológica e estratigráfica do topo do Membro Mucuri, tendo como objetivos específicos: i) definição de fácies, associações de fácies e modelo deposicional dos depósitos proximais do pré-sal, fase *sag* da bacia; ii) caracterização das anatomias de ciclos regressivos-transgressivos de alta-frequência; iii) definição da afinidade marinha ou lacustre do topo da seção dos depósitos do pré-sal. Visando a reconstrução do modelo deposicional do Membro Mucuri, foram analisados treze poços, totalizando 430 metros de testemunhos de sondagem descritos em escala de detalhe 1:50, associados com a interpretação de perfis de raios-gama, além da amostragem de cinco níveis de anidritas, que ocorrem intercalados com os sedimentos do Membro Mucuri em quatro poços distintos, para análise de isótopos de <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr. Foram identificadas 16 fácies deposicionais e três fácies pós-deposicionais, que agrupadas permitiram a identificação de seis associações de fácies: leques aluviais, fluviais fracamente canalizados, *shoreface* superior, *shoreface* inferior, *offshore* e hiperpicnais. A análise dos isótopos de Sr nas anidritas resultou em razões isotópicas que variaram de 0.70856 a 0.70906, valores acima dos atribuídos a evaporitos marinhos do Cretáceo. Este dado, somado às associações de fácies identificadas, permitiu a interpretação do modelo deposicional do Membro Mucuri: fluviais pouco canalizados e leques aluviais que adentravam um lago, sendo retrabalhados pela ação de ondas e formando depósitos de *shoreface* superior, inferior e *offshore*, por vezes com hiperpicnais associados. Este dado colabora com o modelo evolutivo da bacia, indicando a ausência de influência marinha na sedimentação do Membro Mucuri.

**Palavras-chave:** Estratigrafia de alta resolução; Isótopos de <sup>87</sup>SR/<sup>86</sup>SR; Aptiano.

OBSERVAÇÃO: Este trabalho é meu mestrado, realizado na UFRGS. Enviei ele, pois entrei este ano no doutorado e ainda não trabalhei os dados da pesquisa. Caso julguem que é pertinente apresentar este trabalho, fico à disposição!



---

## PADRÕES DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> E CH<sub>4</sub> EM DIFERENTES AMBIENTES DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

*Araújo, K.R.A., Sawakuchi, H.O., Bertassoli Junior, D.J., Sawakuchi A.O.*  
Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

### RESUMO

A região amazônica tem contribuição significativa para o balanço global das emissões de carbono, tanto sob a forma de CO<sub>2</sub> como CH<sub>4</sub>. Embora as emissões de carbono na Amazônia tenham sido alvo de estudos ao longo das últimas décadas, a contribuição dos diversos ambientes aquáticos, alagáveis e terrestres nesse cenário ainda é pouco discutida. Este estudo tem como objetivo estimar a variação espaço-temporal dos fluxos de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> na Amazônia brasileira considerando dados disponíveis na literatura. Dessa forma, até o presente momento, foi feita a compilação de dados a partir de artigos publicados em periódicos científicos. Para determinar a variação espaço-temporal, foi realizada a análise de variância (ANOVA) juntamente com o teste à posteriori de Tukey para determinar quais ambientes apresentaram maiores fluxos médios. Para os dados de CH<sub>4</sub>, houve variação significativa nos fluxos por ambiente, com fluxo médio de 20,85 ± 19,80 mmol CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> em planícies alagáveis com vegetação de igapó, o mais elevado do estudo. Os fluxos mais baixos foram observados em áreas de terra firme de vegetação secundária, com fluxos médios de 0,03 ± 0,13 mmol CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>. Com relação aos dados de CO<sub>2</sub>, também foi registrada variação significativa para fluxos por ambientes. As emissões de CO<sub>2</sub> foram mais elevadas em terra firme, com fluxos médios de 2099 ± 975 mmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, especialmente em ambientes de vegetação de campina que passaram por regeneração vegetal. As emissões mais baixas de CO<sub>2</sub> foram observadas em lagos de várzea, os quais apresentaram fluxo médio de 165 ± 216 mmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>. Não foi observada variação temporal considerando as estações chuvosa e de estiagem, cuja variabilidade foi provavelmente sobreposta pela emissão por ambiente. Os resultados corroboraram padrões recorrentes na literatura, com maior contribuição de ambientes sazonalmente alagáveis para as emissões de CH<sub>4</sub> e de solos de campinas de terra firme para as emissões de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** Áreas alagáveis; Variação espacial; Gases de efeito estufa.



---

# SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PROVIDOS PELA GEODIVERSIDADE: RESULTADOS PRELIMINARES DO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA E PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR (SP)

*Balaguer, L.P.<sup>1</sup>, Garcia, M.G.M.<sup>1</sup>, Reverte, F.C.<sup>1</sup>,  
Ribeiro, L.M.A.L.<sup>2</sup>, Bourotte, C.L.M.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de São Paulo,  
Instituto de Geociências, Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e  
Geoturismo (GeoHereditas), <sup>2</sup>Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

## RESUMO

Os serviços ecossistêmicos (SE) providos pela geodiversidade são compreendidos como bens e serviços fornecidos pela natureza e que beneficiam de forma direta e indireta à sociedade. Podem ser classificados em funções de regulação, provisão, suporte, culturais e conhecimento. Por este motivo, é relevante uma avaliação integrada da geodiversidade com vistas à abordagem de SE a fim de inserir a componente geodiversidade no contexto da gestão territorial voltada à conservação da natureza. O litoral norte do estado de São Paulo se insere em um dos estados mais industrializados do Brasil, ao mesmo tempo em que se encontram importantes áreas protegidas do país. O presente trabalho aborda resultados preliminares da identificação dos SE do município de Caraguatatuba e núcleo homônimo do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). A área de estudo registra eventos geológicos desde a amalgamação, evolução e separação do Supercontinente Gondwana até o presente. O método baseou-se em duas etapas: (i) identificação das Variáveis Essenciais da Geodiversidade (EGVs) por meio de mapas temáticos e (ii) identificação dos SE providos pela geodiversidade por meio de referencial teórico (artigo, dissertações, teses e livros) e de questionário online aplicado aos moradores e visitantes de Caraguatatuba (SP) via Google Forms. O levantamento preliminar permitiu identificar 36 SEs, distribuídos em cinco funções ecossistêmicas: 8 serviços culturais (lazer e geoturismo, associações culturais, espirituais e inspirações artísticas), 7 serviços de conhecimento (educação e emprego, história da pesquisa e história da Terra), 5 serviços de provisão (alimento e bebida, materiais para construção, energia e produtos ornamentais), 8 serviços de suporte (provisão de habitats, processos do solo e plataforma para atividades humanas) e 8 serviços de regulação (processos terrestres, atmosféricos e oceânicos). Estes dados subsidiarão a avaliação e quantificação dos impactos dos SE da geodiversidade na região, uma vez que esta possui ameaças naturais e antrópicas à geodiversidade previamente identificadas, tais como crescimento urbano, turismo de massa e atividades de mineração.

**Palavras-chave:** Geodiversidade; Serviços ecossistêmicos; Variáveis essenciais da geodiversidade.



---

# SERIAM A NAPPE SOCORRO-GUAXUPÉ E O DOMÍNIO SÃO ROQUE SEGMENTOS DE UMA PALEOGEOGRAFIA DE MARGEM ATIVA?

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

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de São Paulo,  
Instituto de Geociências.

## RESUMO

O domínio São Roque junto ao lobo meridional da Nappe Socorro-Guaxupé representa uma seção crustal completa consolidada durante a amalgamação do Oeste Gondwana. Abrange desde a raiz de um arco magmático Toniano-Criogeniano (Nappe Socorro-Guaxupé) em condições de fácies granulito, até níveis de crosta superior sob condições de fácies xisto-verde e com preservação de estruturas sedimentares (Domínio São Roque). Neste domínio, pulsos magmáticos intrusivos e precoces (Criogenianos *ca.* 680 Ma), de fonte profunda, sugerem um segmento paleogeográfico de retroarco na margem ativa do bloco Paranapanema. As sequências metassedimentares do Domínio Tectônico São Roque possuem rochas vulcânicas do Estateriano-Calimiano, que restringem a idade da deposição. São sequências psamíticas e psamo-pelíticas com uma fonte dominante no Riaciono (2.19–2.17 Ga) em provável embasamento na transição Neo-Mesoarqueano (2.65–2.9 Ga) e Meso-Paleoarqueano (3.2 Ga). Uma fonte subordinada de *ca.* 1.7–1.8 Ga no Grupo Serra do Itaberaba sugere um segmento paleogeográfico proximal ao vulcanismo sin-sedimentar. A ausência de detritos do Arqueano foi observada em uma pequena lente de micaxisto sobre granodiorito Ediacarano. Metassedimentos do Grupo São Roque, a leste da zona de cisalhamento Sertãozinho, refletem um menor registro arqueano e ausência do Estateriano como fonte. Essas assinaturas de zircão detrítico são comparáveis àquelas a norte da zona de cisalhamento Jundiuvira, no lobo SW da *nappe*. São sugestivas de uma área-fonte paleoproterozoica proximal e provavelmente no embasamento do bloco Paranapanema. No lobo Socorro da *nappe*, ocorrem gnaisses sob condições metamórficas de fácies granulito (Grt-Sil-Crd-Sp-fusão) com idades criogeniano-tonianas (700–780 Ma) e ediacaranas (580–620 Ma). Cristais de zircão com texturas ígneas (zoneamento oscilatório) e metamórficas (*soccer-ball*) estão presentes nestes dois conjuntos. Sobre os granulitos, ocorre uma faixa de paragnaisses imaturos (Grt-Sil-Bt-fusão) com cristais de zircão zoneados e idades concordantes entre 830–750 Ma (alguns cristais homogêneos sobrecrecidos). A idade metamórfica concordante é de 595 Ma. Essas rochas sugerem origem na erosão de um arco magmático juvenil (ausência de cristais mais antigos que 830 Ma), rápida deposição, soterramento e metamorfismo, assinalando um ambiente tectonicamente ativo de arco magmático. Analogamente, estes intervalos de idades aparecem no Domínio São Roque em monazita metamórfica (600–630 Ma) e em sobrecrecimentos ricos em U em zircão detrítico (~ 580 Ma e 750–755 Ma).

**Palavras-chave:** Geocronologia U-Pb; Orógeno Brasília Meridional; Proveniência sedimentar; Domínio São Roque; Domínio Socorro da Nappe Socorro-Guaxupé.



---

# GEOCRONOLOGIA E GEOQUÍMICA ISOTÓPICA APLICADA À CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA MINERAL IOCG NO HUB AQW1-AQW2-AQW7, AQUIRI, PROVÍNCIA CARAJÁS

*Barbosa, N.A.<sup>1</sup>, Monteiro, L.V.S.<sup>1</sup>, Moreto, C.P.N.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Campinas

## RESUMO

A Província Carajás, norte do Brasil, hospeda os depósitos de *Iron Oxide-Copper-Gold* ou IOCG mais antigos da Terra e reúne o maior número conhecido de depósitos IOCG de classe mundial. Embora tais depósitos sejam importantes alvos da pesquisa mineral, ainda são escassos estudos detalhados que identifiquem as possíveis fontes de metais, fluidos hidrotermais, enxofre e ligantes para este sistema mineral. Estudos isotópicos prévios, incluindo os geocronológicos, não suportam a cogeneticidade entre os diversos depósitos, mas permitem delimitar épocas metalogenéticas distintas para a gênese dos depósitos cupríferos de Carajás, tanto no Arqueano (ca. 2,70 Ga e 2,57 Ga) quanto no Paleoproterozoico (ca. 2,0 e 1,88 Ga). Logo, este projeto de doutorado visa à determinação das idades e caracterização das possíveis fontes de metais e fluidos em sistemas hidrotermais responsáveis pela gênese dos depósitos de IOCG do Hub Aquiri (AQW1, AQW2 e AQW7), na região do Aquiri, Domínio Carajás. O uso de assinaturas isotópicas (Sr, Pb, Nd, B e S) do minério, dos minerais hidrotermais de ganga e das rochas hospedeiras como traçadores de fontes e de processos de lixiviação e redistribuição de metais representa ferramenta ideal para este estudo, aliados a geocronômetros (U-Pb em zircão, monazita). Dessa forma, esse projeto propõe a caracterização geocronológica e isotópica sistemática dos depósitos IOCG do Hub Aquiri e a compreensão espacial, temporal e estrutural dos eventos hidrotermais sobrepostos durante o Neoarqueano e o Paleoproterozoico. Espera-se, assim, fornecer importantes subsídios para a pesquisa mineral de cobre em uma das fronteiras ainda pouco conhecidas da Província Carajás, possibilitando a distinção entre alvos econômicos e sub-econômicos e o estabelecimento de estratégias prospectivas baseadas no conceito de Sistema Mineral.

**Palavras-chave:** Sistema cuprífero; *Footprint*; Sobreposição; (RE)Mobilização.



---

# IMPACTOS DA SETORIZAÇÃO DO CORPO MINERAL: ESTIMATIVA DE RECURSOS, ANÁLISE DE CONTAMINAÇÃO ENTRE BLOCOS E SIMULAÇÃO CONDICIONAL

*Bassan, L., Rocha, M.M.*

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A avaliação de Recursos Minerais consiste no processo de quantificação de volume, teores e geometria de um depósito mineral, com vistas a sua classificação. O modelo de recursos minerais de um determinado depósito é um dos produtos do trabalho de um geólogo que trabalha com Avaliação e Classificação de Recursos Minerais. Em geral, esse processo de interpretação consiste na análise de diferentes informações geológicas (litologias, estruturas, teores etc.) para a construção de corpos tridimensionais que representem as diferentes litologias ou zonas de interesse. A partir dos corpos interpretados, constrói-se um modelo de blocos onde as informações de teores e densidades serão adicionadas para caracterizá-lo como um recurso mineral. Para isso, diversos métodos matemáticos podem ser aplicados. Estes vão desde simples interpolações matemáticas até ferramentas mais sofisticadas, que levam em consideração o modelo de variabilidade espacial das variáveis analisadas, que são os métodos geoestatísticos. O presente trabalho visa a aplicação de análise geoestatística e simulação estocástica condicional para um depósito, localizado no Pará, que possui mineralizações econômicas de cobre, com ouro e prata como subprodutos. A metodologia adotada na análise envolve todo o processo de estimativa de teores e simulação condicional do depósito em questão, considerando diferentes abordagens de setorização (*domaining*), sendo elas: sem setorização; setorização em zonas de alto e baixo teor; e setorização baseada em *clusters* definidos com algoritmos de *machine learning*. Os erros e incertezas associados a cada um dos modelos de teores serão quantificados e os modelos setorizados serão confrontados com o modelo sem setorização para quantificar a contaminação entre os blocos. Os modelos serão também comparados com os dados de reconciliação mineira, para que se possa identificar as possíveis vantagens do uso de um modelo setorizado. Essas análises e a interpretação de seus resultados fornecerão informações valiosas para embasar o planejamento de lavra, principalmente nas rotinas de curto prazo.

**Palavras-chave:** Geoestatística; Simulação estocástica; Krigagem ordinária; Machine learning; Domaining.



---

# DATAÇÃO EM MIGMATITOS: CONDIÇÕES P-T, ESCALA DE EQUILÍBRIO E CONSEQUÊNCIAS PARA O REGISTRO METAMÓRFICO EM ZIRCÃO E MONAZITA

*Batista, L.A.<sup>1</sup>, Moraes, R.<sup>1</sup>, Kelsey, D.E.<sup>2,3</sup>, Gengo, R.M.<sup>1</sup>, Tesser, L.R.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>The University of Adelaide, Department of Earth Sciences;

<sup>3</sup>Geological Survey of Western Australia.

## RESUMO

Zircão e monazita são minerais acessórios comuns em rochas ígneas félsicas e rochas metamórficas pelíticas, e por isso muito utilizados na datação isotópica do sistema U-Pb em estudos crustais. Potenciais, a resistência do zircão a temperaturas de até 900°C e o registro de múltiplos estágios de crescimento da monazita ao longo de uma evolução P-T-t, aliados ao avanço das técnicas analíticas in situ entre os séculos XX e XXI, tornaram corriqueiro o uso dessas ferramentas para a obtenção de idades de eventos ígneos e metamórficos. Nos últimos 30 anos, a implementação de modelagem metamórfica e geodinâmica progressiva através de dados geoquímicos e geofísicos coletados in situ permitiram maior aproximação da complexidade dos sistemas naturais. Neste sentido, a petrocronologia correlaciona a datação isotópica em escala mineral à geoquímica em escala mesoscópica e regional através do cálculo de possíveis equilíbrios num espaço P-T(-x). A geoquímica regional também permite estimativas de fluxo térmico ao longo da escala de tempo, que aliadas ao registro litológico e geofísico possibilitam maior detalhamento e representatividade dos modelos geológicos. Neste trabalho, a datação isotópica de zircão e monazita é associada à geoquímica mineral e de rocha total em domínios diversos de migmatitos de fácies anfíbolito e granulito, em composições pelíticas e semipelíticas. A diferença de composição, temperatura e pressão resulta em processos distintos no controle da estabilidade dos minerais acessórios. Em semipelitos de fácies anfíbolito, o menor volume de fusão e moderação das condições P-T permite o registro prolongado e contínuo de múltiplos estágios de equilíbrio do zircão, no qual se registra episódios de recristalização e crescimento durante as trajetórias progressiva, de pico e retrógrada. Nessas rochas, o alto conteúdo de fósforo e limitações no reservatório de elementos terras-raras estabiliza fases acessórios como apatita e allanita em detrimento da monazita no metamorfismo progressivo. Este mineral se estabiliza, então, na trajetória retrometamórfica, em equilíbrio com xenotímio, através da cristalização do fundido saturado em LREE e após a desestabilização de ralos composicionais como a allanita. Em fácies granulito e composições pelíticas, o grande volume de fundido aliado à alta temperatura do sistema favorece o desaparecimento de registros intermediários da evolução metamórfica, homogeneizados durante a retrogressão. Através da modelagem unidimensional do fluxo geotérmico no Criogeniano, a comparação do registro isotópico nesses dois tipos de sistema permite detalhar os processos de metamorfismo vigentes no extremo sul do Orógeno Brasília. Nos metassedimentos analisados constata-se um evento contínuo por mais de 100 milhões de anos, com prolongada convergência (> 680-610 Ma) sucedida por movimentação lateral devido a mudanças reológicas e de nível crustal (610-560 Ma).

**Palavras-chave:** Anfíbolito; Granulito; Leucossoma; Petrocronologia; U-Pb.





---

## QUIMIOESTRATIGRAFIA ISOTÓPICA DA FORMAÇÃO SALITRE NA BACIA DE IRECÊ, CRÁTON DO SÃO FRANCISCO

*Bedoya-Rueda, C.<sup>1</sup>, Babinski, M.<sup>1</sup>, Paula-Santos, G.M.<sup>2</sup>, Guacaneme, C.<sup>1</sup>, Caetano-Filho, S.<sup>1</sup>, Afonso, J.<sup>3</sup>, Amorim, K.<sup>4</sup>, Fraga-Ferreira, P.L.<sup>1</sup>, Trindade, R.I.F.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>University of Bremen, Faculty of Geosciences, Bremen, Germany;

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas;

<sup>4</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Geociências.

### RESUMO

Na porção norte-oriental do Cráton do São Francisco, na Bacia de Irecê, as rochas carbonáticas da Formação Salitre são o registro sedimentar de uma transgressão marinha que inundou o cráton. Através do estudo isotópico de carbonatos bem preservados, foi possível avaliar a sucessão estratigráfica da Formação Salitre com o objetivo de fornecer um perfil isotópico de alta resolução e interpretar seu significado paleoambiental. Dados isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  associados às concentrações de Sr obtidas em seções estratigráficas descritas ao longo da bacia, permitem distinguir três intervalos quimioestratigráficos. O IQ-1 engloba os dolomitos basais e é caracterizado por apresentar valores de  $\delta^{13}\text{C}$  variando de -3,72 na base e um platô de valores próximos a -5,5‰ e baixas concentrações de Sr variando entre 70 e 280. Este intervalo é interpretado como a transgressão marinha sobre o cráton, onde os valores isotópicos negativos são associados aos carbonatos de capas, e as baixas concentrações de Sr associadas a processos de dolomitização. Na porção intermediária da Formação Salitre, o IQ-2, apresenta valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre 0 e +1‰ e concentrações de Sr que variam entre 360 e 1300. Por último, o IQ-3, nos calcários do topo da seção, é caracterizado por uma forte excursão positiva de  $\delta^{13}\text{C}$  aumentando de valores próximos a +2‰ para +11‰ com um incremento nas concentrações de Sr, com valores maiores a 1300, podendo alcançar os 5200 ppm. A excursão positiva de  $\delta^{13}\text{C}$  registrada neste intervalo pode ser associada à possível restrição da bacia, em resposta ao avanço das frentes orogênicas que circundam o cráton. Estes três intervalos quimioestratigráficos são bastante semelhantes àqueles definidos para o Grupo Bambuí, o que sugere que estas duas unidades são correlatas e preservam um registro particular de bacias intracratônicas desenvolvidas no final do Ediacarano e começo do Cambriano no contexto do Gondwana Ocidental. No entanto, notamos a existência de algumas diferenças sedimentares entre as unidades, dentre as quais destacamos o extenso registro de estromatólitófos fosfatados na Formação Salitre, feição típica em sucessões Ediacaranas pelo mundo. De qualquer maneira, os altos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  associados a altas concentrações de Sr nos calcários são comuns para as duas unidades e representam drásticas mudanças paleoambientais decorrentes de condições regionais. O predomínio de condições regionais em bacias intracratônicas podem afetar os sistemas isotópicos, de modo que as premissas baseadas nas condições oceanográficas modernas devem ser reavaliadas para este tipo de contexto paleogeográfico. Sob tais condições, correlações quimioestratigráficas extra-baciais devem ser feitas com cautela.

**Palavras-chave:** Quimioestratigrafia isotópica; Bacia de Irecê; Formação Salitre; Ediacarano.



---

# GENESIS OF BASE METAL DEPOSIT IN THE CAMAQUÃ BASIN (RS) AND GUIDES FOR THE MINERALIZATION

*Brito, L.F., Juliani, C.*

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociências.

## ABSTRACT

The Santa Maria Zn-Pb-(Cu)-(Au)-(Ag) deposit is hosted in the volcanic-sedimentary sequences of the Ediacaran Santa Bárbara Group, which is composed mainly by siltstones and arcosean sandstones with subordinated sedimentary breccias and polymictic conglomerates. This sequence is crosscut by amygdaloidal andesites *sills*. The mineralization is predominately stratabound, up to 200 meters in deep, and is associated to inverted cone-shape hydrothermal zones controlled by faults. The ore is composed of sphalerite and galena-rich veins and veinlets, with minor copper sulfides, as well as disseminations in sedimentary rocks. A pervasive illitic/sericitic alteration characterized by intense leaching of the host rock envelops the mineralization, fine-grained muscovite and illite, pyrite and silicification is common. Copper mineralization occurs mainly associated to faults. At shallower levels the ore mineral is chalcocite, and at depths more than 400 meters, chalcopyrite, bornite and galena predominates. These ore minerals fill fractures with quartz and carbonate with chloritic alteration halo, with some hydrothermal biotite, superimposed on sericitic alteration. Stockworks with galena veins and high-grade copper mineralization with chalcopyrite, and intense silicification are also identified. Silver and very fine-grained (invisible to the naked eye) native gold are present throughout the deposit associated with sulfide-rich veins. These present adularia, spatic and platy calcite indicating that the ore precipitation is possibly related to boiling process. A late structurally controlled carbonate alteration, with siderite, ankerite, calcite and pyrite occur in all areas, and hydrothermal hematite alteration may occur near the surface. These characteristics suggest an intermediate-sulfidation epithermal origin for the Zn-Pb-(Au)-(Ag) Santa Maria deposit, with chalcopyrite in deeper parts possibly representing distal veins over/lateral to a buried porphyry system. Hydrothermal alterations vector to the mineralization are: distal fissure-controlled illitic, proximal pervasive sericitic/illitic alteration with adularia. Chloritic alteration is mainly associated to faults and to deeper levels, where hydrothermal biotite suggests temperature increase and incipient potassic alteration. These vector is confirmed by geothermometry (96°C to 345°C), illite crystallinity (0,124 to 0,466  $\Delta^{\circ}2\theta$ ), and W, Mo, Tl, Ba and Sr content increase.

**Keywords:** Sericite; Chlorite; Copper; Epithermal; Boiling.



---

## DEFORMATION, THERMOCHRONOLOGY AND TECTONIC SIGNIFICANCE OF THE CRUSTAL-SCALE CUBATÃO SHEAR ZONE, RIBEIRA BELT, BRAZIL

*Cabrita, D.I.G.<sup>1</sup>, Faleiros, F.M.<sup>1</sup>, Menegon, L.<sup>2</sup>, Ribeiro, B.V.<sup>3</sup>, Cawood, P.A.<sup>3</sup>, Campanha, G.A.C.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>University of Oslo, Department of Geosciences, The Njord Centre. Oslo, Norway; <sup>3</sup>Monash University, Atmosphere and Environment, School of Earth. Melbourne, Australia.

### ABSTRACT

Crustal-scale shear zones are key structures in orogenic belts linked to the assembly of West Gondwana. In the Ribeira Belt, Brazil, the Cubatão Shear Zone (CSZ) represents a significant segment of a crustal-scale transcurrent shear zone system that cuts Paleoproterozoic to Neoproterozoic units. Despite its tectonic importance, the relationship between transcurrent deformation and orogenesis is still controversial, requiring robust investigations. This work aims to understand the role of transcurrent deformation within the CSZ and its role in regional orogenic processes related to West Gondwana assembly through quantitative structural analyses, phase-equilibria modelling and zircon and apatite U–Pb–REE analyses. The results indicate that the CSZ was formed at mid-crustal conditions. Deformation in quartz aggregates accommodated by subgrain rotation recrystallisation, phase equilibria modelling, and apatite U–Pb closure temperature constrain the ductile deformation conditions at 460–520 °C and 4.5–9.5 kbar. The CSZ was developed within a transpressional setting with oblate-shaped strain ellipsoids, dominant subhorizontal stretching lineation and kinematic vorticity, indicating a simple shear contribution of 50–70%. Finally, apatite U–Pb ages reveal that ductile transpressive deformation spans 610–570 Ma. These results mark the transition from accretionary to collisional-dominated orogenesis at ca. 610 Ma in the Southern Ribeira Belt, indicating active participation of the transcurrent shear zones in the collisional processes related to West Gondwana assembly.

**Keywords:** Quartz EBSD; Phase equilibria modelling; Shape preferred orientation; Vorticity analysis; West Gondwana.



---

# PERCEPÇÃO DAS GEOCIÊNCIAS E DA GEODIVERSIDADE NOS GEOSSÍTIOS CAVERNA DO DIABO, PARQUE GEOLÓGICO DO VARVITO E PICO DO ITAPEVA – SP

*Canizares, A.D., Bourotte, C.L.M., Garcia, M.G.M.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de São Paulo,  
Instituto de Geociências.

## RESUMO

A geodiversidade está presente em praticamente tudo que rodeia o ser humano e, ainda assim, nem sempre é adequadamente percebida. Mas os indivíduos têm buscado maior contato com a natureza devido às crescentes pressões da urbanização e isso torna os geossítios locais bastante propícios para promoção da percepção tanto da geodiversidade quanto das geociências. Para o presente estudo foram escolhidos três geossítios integrantes do Inventário do Patrimônio Geológico do Estado de São Paulo: a Caverna do Diabo em Eldorado, o Varvito de Itu na cidade homônima e o Pico do Itapeva em Pindamonhangaba. O Varvito de Itu é um parque que evidencia a história geológica da glaciação no sudeste do Brasil, muito usado para educação. A Caverna do Diabo é uma caverna cárstica conhecida pela riqueza de seus espeleotemas, por sua infraestrutura para o turismo e pelo seu uso educacional. O Pico do Itapeva é um geomorfossítio com mirante cênico de grande interesse turístico a partir do qual se avista a Bacia de Taubaté. O presente trabalho aborda a percepção dos visitantes ou indivíduos interessados nestes geossítios. Foram realizadas entrevistas presenciais com os visitantes do Parque Geológico do Varvito e da Caverna do Diabo, e foi aplicado um questionário online aos participantes das redes sociais voltadas para o Pico do Itapeva e arredores. Observa-se que os participantes têm um interesse médio a alto pela ciência, mas poucos mencionam geologia como ciência preferida. A visitação é motivada principalmente pelo interesse em obter conhecimento. Os resultados relacionados a questões geocientíficas sugerem, entretanto, lacunas na divulgação e retenção de informações pertinentes a esses locais. Por exemplo, poucos participantes conseguem perceber que os geossítios em questão são exemplos de patrimônio geológico ou mencionar elementos da geodiversidade neles observados. As baixas percepções da geodiversidade e das geociências podem acarretar comportamentos e decisões pouco conscientes quanto à geoconservação e ao investimento em pesquisas geocientíficas. As pessoas tendem a proteger aquilo que valorizam, mas para valorizar precisam antes perceber sua existência e importância. Desse modo, os resultados encontrados no presente trabalho poderão subsidiar futuras estratégias de geocomunicação visando uma melhora efetiva dessas percepções.

**Palavras-chave:** Percepção ambiental; Geoconservação; Geocomunicação; Geossítio; Atitude pública.



---

## ESTRATÉGIAS DE DIVULGAÇÃO GEOCIENTÍFICA NO PARQUE NACIONAL CAVERNAS DO PERUAÇU, MG

*Cardoso, L.S., Bacci, D.C.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

### RESUMO

A divulgação científica das geociências e das técnicas de coletas de dados nas pesquisas acadêmicas faz-se cada vez mais necessária, sendo uma forma de aproximar a sociedade e a produção de conhecimento acadêmico, democratizando o acesso à informação e evitando notícias falsas. O Parque Nacional Cavernas do Peruaçu (PNCP), situado no norte de Minas Gerais, chama atenção do público geral e do público acadêmico por ter um rico patrimônio geológico, arqueológico e uma rica biodiversidade, que conta com cerca de 180 cavernas em vale cárstico, abrangendo vários elementos da geodiversidade brasileira como painéis rupestres, sítios arqueológicos de ocupações humanas de cerca de 12.000 anos, grande diversidade espeleológica, incluindo a maior estalactite do mundo, entre outros. Além dessas diversidades naturais, as pesquisas em áreas das geociências e da educação ambiental despertam o interesse do público geral e das comunidades que vivem no entorno das Unidades de Conservação (UC), abrindo possibilidades de divulgação dos conhecimentos acadêmicos para público geral. No PNCP, essa situação levou um grupo de pesquisadores e a gestão do parque a investigarem previamente o contexto local e promoverem ações para se aproximarem dos moradores locais. Essas primeiras intervenções possibilitaram o entendimento sobre como é a relação dos moradores com as pesquisas e os conhecimentos acadêmicos do parque, se eles gostariam de receber esses conteúdos e de qual forma. Esse movimento é recente e positivo em vários aspectos, mas ainda necessita ser melhor compreendido para a criação e aplicação de conteúdos para a divulgação geocientífica. Desta forma, a presente pesquisa de mestrado propõe-se a desenvolver estratégias de divulgação científica por meio da utilização de metodologias participativas com as comunidades do entorno do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu. Pretende-se também verificar como as metodologias participativas podem contribuir com a conexão dos saberes científicos e os saberes culturais, buscando estabelecer formas de promover uma divulgação científica de caráter sociocultural, adaptada aos conhecimentos e necessidades locais. Espera-se com isso produzir conhecimento sistematizado e elaborar estratégias de divulgação científica que possam ser utilizadas nas áreas das geociências e educação ambiental, além de outras áreas do conhecimento.

**Palavras-chave:** Divulgação científica; Divulgação geocientífica; Geociências; Parque Nacional Cavernas do Peruaçu.



---

# MAGMATIC-HYDROTHERMAL MINERALIZATION PROCESSES OF TAPAJÓS MINERAL PROVINCE: CONSTRAINTS FROM WHOLE-ROCK AND ZIRCON GEOCHEMISTRY

*Cellier, G., Cassini, L.V., Juliani, C.*

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## ABSTRACT

The Tapajós Mineral Province have been responsible for hundreds of tons of gold production since its discovery in the late 50's and yet is a fairly unknown and understudied region. While remarkable efforts have been made in the last fifteen years to improve its geological knowledge, this area still lacks metallogenetic studies and a better understanding of its tectonic environment and petrogenesis. Studies over the last fifteen years describe a variety of magmatic-hydrothermal mineral systems, including well-preserved Au epithermal, Cu-Au porphyry-like and intrusion-related gold systems. Special attention must be driven to the TMP since it may represent one of the last remaining mineral frontiers in the Americas to not have its potential unraveled yet, especially as the classic arc-related porphyry and epithermal deposits of this continent have already reached its production peak. The TMP is located in the southern area of the Amazonian Craton and is mainly composed by Orosirian igneous suites within the 2.1 – 1.86 Ga age interval, presenting geochemistry and petrological characteristics compatible with arc-, evolved magmatic-arc and collisional tectonic settings. In this contribution, we gathered whole-rock geochemistry data from selected TMP deposits through published and unpublished works and present new trace-element and U-Pb analyses in zircon grains. We assess the tectonic framework and magmatic evolution of the TMP and how it affects and translates into the metallogenetic potential of the magmatic-hydrothermal mineralizations in the region. Mineralized systems from both older magmatic sequence (OMS, ca. 2.1 – 1.95 Ga) and younger magmatic sequences (YMS, ca. 1.90 – 1.86 Ga) were studied. The OMS presents characteristics of arc-related rocks, correlating to rocks belonging to the Cuiú-Cuiú Complex and the Creporizão Suite, here in this study separated in three groups of granitoids. The YMS represents the evolution of the arc towards a post-orogenic setting comprising of intermediate to acid rocks related to the Parauari Intrusive Suite and the Iriri Group. This study aims to contribute to the discussion revolving pre-Cambrian magmatic-hydrothermal mineralizations and may represent a step forward in developing an metallogenetic model for the magmatic-hydrothermal mineralizations in the TMP.

**Keywords:** Magmatic-hydrothermal; Tapajós; Amazonian Craton; Metallogenesis; Petrogenesis.



---

# QUANTIFICAÇÃO DAS INCERTEZAS ESPACIAIS ASSOCIADAS AOS CONTAMINANTES DO MINÉRIO DE FERRO A PARTIR DA SIMULAÇÃO SEQUENCIAL GAUSSIANA, APLICADA AO CONTROLE DE QUALIDADE DE CURTO PRAZO

*Cerqueira Dias, G.M., Rocha, M.M.*

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

O minério de ferro é o principal bem mineral produzido no Brasil, sendo o Quadrilátero Ferrífero (QF) uma das maiores províncias minerais produtoras de ferro do mundo. Durante praticamente todo o século passado e início deste o minério explorado era de alto teor em ferro, porém este tipo está se exaurindo e vem sendo substituído por minério de baixo teor com concentrações de contaminantes mais elevadas. Por esse motivo, o controle de qualidade do minério durante a fase de lavra é essencial para manter os contaminantes dentro dos limites negociados no mercado internacional, uma vez que elementos como a alumina, manganês e fósforo impactam diretamente nos processos de siderurgia e nas propriedades finais do aço. Este trabalho foi desenvolvido na mina de Galinheiro (QF) e tem como objetivo aprimorar o controle dos teores de contaminantes através da elaboração de mapas de probabilidade de cada elemento exceder o limite crítico. Os mapas foram gerados a partir da simulação sequencial gaussiana (SSG), técnica que permite quantificar a variabilidade natural dos teores e a incerteza da distribuição espacial. A análise dos contaminantes do minério de ferro evidenciou zonas e lentes com alto risco de contaminação, o que não era evidente a partir de métodos tradicionais de estimativa, como a krigagem ordinária. Os produtos desse trabalho irão auxiliar na tomada de decisão das equipes de controle de qualidade e planejamento de curto prazo.

**Palavras-chave:** Simulação Sequencial Gaussiana; Minério de ferro; Controle de qualidade; Planejamento de lavra





---

## ANÁLISE MULTIESCALA NO ESTUDO DE ESCORREGAMENTOS

*Coelho, R.D.<sup>1</sup>, Grohmann, C.H.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Universidade de São Paulo, Instituto de Energia e Ambiente.

### RESUMO

Os escorregamentos rasos são um dos tipos de movimentos de massa mais dinâmicos e frequentes ocorrendo em diversas regiões do globo. São processos geomorfológicos que deslocam rapidamente, sob a ação da gravidade, um volume de solo e/ou rocha encosta a baixo e em muitos casos, alteram a topografia local redistribuindo o material movimentado por longas distâncias. Em âmbito nacional, a região da Serra do Mar é uma das mais atingidas anualmente por estes processos, sobretudo durante a estação chuvosa. A deflagração de escorregamentos rasos envolve a interação complexa de diversos fatores condicionantes dentre os quais a morfometria, precipitação, uso da terra e propriedades dos solos etc, que variam espacialmente e temporalmente de uma área para outra. Sendo assim, este trabalho pretende avaliar do efeito da escala nos parâmetros morfométricos em áreas susceptíveis a escorregamentos. Para tal, as seguintes etapas foram definidas: (i) Mapeamento das Cicatrizes de Escorregamentos, (ii) Seleção e Descrição de Cicatrizes, (iii) Mapeamento dos Parâmetros Morfométricos e Análise Multiescala. Como principal resultado espera-se determinar a escala de análise adequada de cada parâmetro morfométrico, favorecendo assim uma melhor compreensão da dinâmica destes processos geomorfológicos em ambiente tropical úmido. A seleção da escala ideal de cada parâmetro para uma abordagem de multiescala permite alcançar o mapa de susceptibilidade a escorregamentos com maior precisão. Os dados de solo detalhado desta pesquisa também serão disponibilizados para o inventário do Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos), podendo assim auxiliar na prevenção e previsão de ocorrências de desastres em meio rural e urbano, além de fornecer subsídios para o planejamento do uso da terra.

**Palavras-chave:** Análise Multiescala; Análise Morfométrica; Propriedades dos Solos; Escorregamentos; Serra do Mar.





---

# ANÁLISE ESTRUTURAL E REGIME DE FLUIDOS DE OCORRÊNCIAS AURÍFERAS DISSEMINADAS E FILONARES DA PROVÍNCIA DE ALTA FLORESTAS (MT)

*Coura Filho, L.E.F.*

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A Província Aurífera Alta Floresta, porção sul do Cráton Amazônico (norte de MT), exibe potencial aurífero reconhecido desde 1978, o qual tem atraído garimpeiros, e mais recentemente, algumas companhias de mineração em fase de exploração mineral. A província é essencialmente constituída por diversas unidades graníticas, vulcânicas e vulcanossedimentares paleoproterozoicas, representativas de vastas regiões de crosta continental juvenil, acrescidas por meio de sucessivos arcos magmáticos continentais, acrescidos à Província Amazônia Central ( $\geq 2,3$  Ga). Nesse cenário, é notória a ocorrência de placers cenozoicos nos aluviões dos principais rios da região, bem como de sistemas de Au  $\pm$  Cu  $\pm$  metais base disseminados, venulares e filonares, hospedados tanto no embasamento quanto em granitoides, pórfiros, vulcânicas e vulcanossedimentares. Contudo, o cenário estrutural de alojamento de veios, bem como o regime de fluidos dos sistemas filonares, em relação aos disseminados, permanece desconhecida. Essa lacuna dificulta a integração dos depósitos e ocorrências auríferas em um quadro tectônico e metalogenético regionais. Neste cenário, objetiva-se um estudo comparativo do comportamento estrutural e de inclusões fluidas em ocorrências auríferas de estilo distinto: filonar e disseminado. Para isso, os garimpos do Aguinaldo (filonar) e Luizão (disseminado) foram escolhidos como estudos de caso. Esse objetivo será alcançado através do (1) mapeamento geológico-estrutural das galerias dos garimpos; (2) petrografia dos halos hidrotermais, estruturas e texturas; (3) análise estrutural macro, meso e microscópica; (4) regime de fluidos por inclusões fluidas, com a determinação das condições físico-químicas do fluido mineralizante, com conseqüente estimativas das condições de temperatura e pressão de precipitação do minério. Com isso, espera-se compreender o regime estrutural de formação de filões mineralizados, bem como o tipo e composição de fluidos responsáveis pelo transporte e precipitação do minério aurífero. A partir dessa sistemática, será possível tanto a melhor compreensão descritiva e genética dos sistemas supracitados, além de seu enquadramento na evolução metalogenética da província.

**Palavras-chave:** Inclusões fluidas; Geologia estrutural; Depósitos minerais; Alteração hidrotermal.



---

# BIOGEOQUÍMICA DO COBRE EM AMBIENTES COSTEIROS: CONTRIBUIÇÃO DAS TINTAS ANTI-INCRUSTANTES

*Cunha, B.<sup>1</sup>, Garnier, J.<sup>2</sup>, Tonhá, M.<sup>2</sup>, Araújo, D.<sup>3</sup>,  
Machado, W.<sup>4</sup>, Fernandez, M.<sup>5</sup>, Babinski, M.<sup>1</sup>,*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Universidade de Brasília; <sup>3</sup>IFREMER; <sup>4</sup>Universidade Federal Fluminense; <sup>5</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

## RESUMO

A contaminação por cobre (Cu) em ecossistemas marinhos é uma questão ambiental mundial de grande preocupação devido aos seus potenciais efeitos tóxicos. Em escala global, os ambientes marinhos, mesmo quando livres de fontes pontuais tradicionais (lançamentos de efluentes urbanos e industriais), estão frequentemente expostos à liberação de Cu oriundo das tintas anti-incrustantes (até 30% em peso) utilizadas em embarcações. Estudos recentes mostram que os sedimentos de portos e marinas acumulam cargas significativas de contaminantes químicos, mas pouco se sabe sobre o efeito desse Cu sobre a biota. O cobre é um micronutriente essencial necessário em vários processos metabólicos vitais, entretanto, a toxicidade desse elemento é registrada mesmo em baixíssimas concentrações. Este trabalho tem como objetivo traçar e quantificar a contribuição de tintas anti-incrustantes na contaminação por cobre em uma região da Baía da Ilha Grande, RJ, através da caracterização ambiental de amostras de diferentes matrizes (rochas, solos, sedimentos e biota) do interior de uma marina e dos ecossistemas continentais e costeiros adjacentes. Esta marina, construída em 1978, comporta-se como um excelente laboratório de estudos da interação tinta/sedimento/biota, visto que é uma área semiconfinada onde não há presença de fontes pontuais maiores, tais como esgoto e indústrias. Os resultados iniciais do testemunho sedimentar de 85 cm coletado na marina evidenciaram dois comportamentos distintos em relação ao enriquecimento em cobre: o primeiro, entre 65 – 85cm de profundidade, com fator de enriquecimento menor que 1, mostra o ambiente natural e início da construção da marina. O segundo, registrado a partir da profundidade de 59 cm em direção à superfície evidencia o aumento do enriquecimento em Cu até atingir o pico (4,5 cm), com fator de enriquecimento de 10 vezes a concentração de background da região. As análises de cobre na biota mostraram uma concentração altíssima deste elemento nos indivíduos coletados na marina (média de concentração de 1800 mg/kg em peso seco, n = 60) em comparação com indivíduos coletados em regiões pristinas (38 mg/kg em peso seco, n = 30). Estes resultados, ainda que preliminares, evidenciaram a grande liberação e mobilidade do cobre oriundo de tintas anti-incrustantes para alguns compartimentos ambientais, como sedimento e biota. As próximas etapas deste estudo incluem a aplicação de técnicas analíticas mais avançadas, tais como extração sequencial e análise de isótopos estáveis de cobre, que auxiliarão na obtenção de informações valiosas sobre as fontes e processos biogeoquímicos do cobre no ambiente costeiro.

**Palavras-chave:** Biogeoquímica costeira; Cobre; Contaminação ambiental.



---

# MINERALOGIA AUTIGÊNICA EM SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DA BACIA DE SANTOS: EVIDÊNCIAS DE EMANAÇÕES DE METANO NO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE

*Dantas, R.C.<sup>1</sup>, Jovane, L.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Instituto Oceanográfico/USP.

## RESUMO

Uma associação mineralógica autigênica formada por pirita e gipsita foi encontrada em sedimentos marinhos em um testemunho coletado no talude continental da Bacia de Santos, Margem Continental Brasileira. Os cristais de pirita ocorrem principalmente como concreções tubulares formadas por agregados de framboides e os cristais de gipsita ocorrem majoritariamente como rosetas. A ocorrência conjunta desses minerais denota um ambiente marinho pobre em oxigênio que é típico de ambientes de emanações de gases, como o metano. Medidas de susceptibilidade magnética e de concentrações de elementos traço em amostra total também caracterizaram as condições de deposição e identificaram processos diagenéticos e condições redox do sistema. Nesta região do Oceano Atlântico, um campo de *pockmarks* com liberação de metano durante o Último Máximo Glacial (UMG) já havia sido reconhecido. As condições para a formação desses minerais, bem como a sua morfologia, indicam os efeitos de processos biogeoquímicos consistentes com ambientes de emanação de gases. Dessa forma, estes dados podem fornecer novas evidências sobre a ocorrência de uma atividade de gás metano nesta área no passado desta região.

**Palavras-chave:** Pirita; Gipsita; Emanação de metano; Processos diagenéticos; Oceano Atlântico Sul.



---

# IMPACTO ICNOFOSSILÍFERO EM DEPÓSITOS EDIACARANOS DO GRUPO CORUMBÁ

*Diniz, C.Q.C., Leme, J.M.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Ícnofósseis são estruturas sedimentares geradas a partir do comportamento do organismo. Conceitos como icnotaxobases, etologia e índice de bioturbação podem identificar o produtor, sua atividade e registrar os parâmetros comportamentais ao longo do tempo geológico. As análises ainda permitem inferir fatores ambientais que influenciaram e preservaram as atividades ou o impacto no ambiente devido a bioturbação. Reconhecer as associações icnofossilíferas e seu vínculo com as fácies sedimentares nos permite resolver questões paleoecológicas e paleoambientais. As formações Tamengo e Guaicurus (Ediacarano) fazem parte do Grupo Corumbá localizado em Mato Grosso do Sul. A Formação Tamengo apresenta intercalação de fácies carbonáticas com estratificação cruzadas do tipo *hummocky* e pacotes de pelito com estruturas plano-paralelas. É datada aproximadamente em 542 Ma. e possui fósseis de metazoários, algas, icnofósseis e microfósseis. A Fm. Guaicurus corresponde ao topo do Grupo Corumbá e possui contato gradacional a Fm. Tamengo, composta por sedimentação terrígena pelítica homogênea intercalada, com estruturas plano-paralela e pacotes maciços, fósseis de algas, icnofósseis e microfósseis são encontrados. Foram reconhecidos dois icnotáxons na Fm. Guaicurus, *Planolites* isp. e *Palaeophycus* isp. e um icnotáxon para as duas formações, *Multina mínima*. As amostras foram definidas em *pascichnia* e *fodinichnia* ligadas a atividades de locomoção e alimentação. Ícnofósseis na Fm. Tamengo são abundantes e caóticos, demonstram alto índice de bioturbação com laminação primária preservada, mas outras estruturas biogênicas como esteiras microbianas aparecem mais fragmentadas. Na Fm. Guaicurus o índice de bioturbação é baixo, com icnofósseis diretamente associados às esteiras, preservadas entre o limite das microfácies, devido à baixa energia. O desenvolvimento das esteiras é favorecido por fatores como irradiação solar, fluxo hidrodinâmico, granulometria e transparência dos grãos, mas à extensão e a profundidade da bioturbação limitam e destroem seu crescimento. Organismos ediacaranos utilizavam as esteiras microbianas como forma de obter recursos como alimento, oxigênio e proteção. A combinação do alto grau de bioturbação com o fluxo hidrodinâmico maior na Fm. Tamengo impedem o crescimento das esteiras e a capacidade de viverem em comunidade, diferente na Fm. Guaicurus que possui ambiente deposicional predominantemente mais calmo, às esteiras parecem exercer um controle sobre o desenvolvimento dos metazoários sem ocorrer à destruição completa dessa comunidade. FAPESP: (2017/25433-8).

**Palavras-chave:** Icnologia, Bioturbação, Ediacarano, Paleoecologia, Grupo Corumbá.



---

# THE Cu–Au–(Ni) MINERALIZATION EVENTS IN THE IOCG MAGMATIC-HYDROTHERMAL SYSTEM OF THE CARAJÁS MINERAL PROVINCE

*Dutra, L.F., Monteiro, L.V.S.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## ABSTRACT

The Carajás Mineral Province (CMP), in the southeastern part of the Amazonian craton, hosts several iron oxide-gold-copper deposits (IOCG), which were formed during multistage hydrothermal events in the Neoproterozoic (ca. 2.72–2.68 and 2.60–2.45 Ga) and Paleoproterozoic (ca. 2.06 and 1.90–1.88 Ga). Regional to local hydrothermal alkali alteration was formed by the ascent of high-temperature hypersaline ore-forming fluids that evolved to low-temperature conditions through fluid-rock reactions and mixing with low-temperature diluted fluids (superficial fluid and formational water). Regional shear zone systems structurally control the ore bodies and may have served as hydrothermal fluid conduits during the development of the hydrothermal system. In the southern CMP, the IOCG deposits are in spatial association with the Canaã shear zone, which defines the contact between (meta)volcano-sedimentary sequences (Sequeirinho Group and Itacaiúnas Supergroup) and Meso- to Neoproterozoic granitoids (Bacaba Tonalite, Serra Dourada Granite, Sequeirinho Granite and Sossego Granite). This deposit cluster includes Sossego-Sequeirinho, Castanha and Jatobá, which present hydrothermal facies similar to those of intermediate to deeper zones of the IOCG mineral system. The Bacuri deposit exhibits a Paleoproterozoic alteration overprinting over the Neoproterozoic metasomatic facies. The alteration facies in these deposits encompasses early distal Na–Ca (Alb, Scp, Fprg) and K–Fe (Kfs–Qz–Bt, Qz–Bt–Mag–Ap) alteration followed by K–Ca–Fe (Bt–Hs, Act–Mag, Hs), Fe (Mag–Ap, Mag), K (Kfs–Bt, Bt–Chl) facies and minor Chl and Cal–Ep alterations. The mineralization comprises Ccp, Py, Po ± Pn, Sn, which may be spatially related to massive Mag–Ap–Act bodies and has Ni–(Zn) and Co enrichment (i.e., Jatobá and Castanha). This mineral system may also encompass the Jaguar deposit, a hydrothermal Ni-sulfide deposit, which shares several similarities with the Carajás IOCG deposits, such as structural control by regional discontinuities (i.e., Canaã shear system, McCandless fault and related structures), sub-vertical ore bodies associated with brittle and ductile structures, and complex hydrothermal systems (i.e., Bt–Chl, Amp–Bt and Mag–Ap–Qz alteration zones). The Jaguar mineralization style also includes vein, disseminated, massive, breccia zones, in which the main Ni- and Cu-bearing sulfides are Py, Mlr, Pn ± Ccp, Po and Sp. This deposit is hosted by subvolcanic rocks (Itacaiúnas Supergroup?) and granitoid (Xingu Complex and Plaque Suite). Thus, this study aims to reconstruct the history of fluid-rock interaction, analyzing the nature of the host rocks and the physicochemical parameters that play major roles in metal transport and precipitation in the hydrothermal systems. This will provide a framework for explaining the spatial and temporal evolution of the Cu–Au–(Ni) mineralization in the CMP and its relationship with the magmatic and tectonic events already registered in the province, based on the identification of chemical signatures related to the different phases of mineralization of these deposit set (i.e., Sequeirinho-Sossego, Castanha, Jatobá, Bacuri and Jaguar).

**Keywords:** Metallogenesis; Geochronology; Mineral chemistry; Copper; Nickel.



---

# ANÁLISE ESPACIAL MULTIVARIADA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES COSTEIROS QUATERNÁRIOS DE SANTA CATARINA, BRASIL

*Estevam, C. N., Giannini, P. C. F.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Depósitos sedimentares costeiros são valiosos sítios para o estudo de variações do nível relativo do mar (NRM), da linha de costa e da paleogeografia, em especial durante o Quaternário, quando é maior a chance de preservação da sua morfologia original e registro geológico. Em Santa Catarina, os depósitos costeiros quaternários representam aproximadamente dois terços da unidade geomorfológica Planície Costeira e estendem-se por área de intenso adensamento populacional (39,6% da população do estado). Registrados na forma de sistemas deposicionais lagunares, estuarinos, de barreiras costeiras arenosas e de campos de dunas, eles foram formados predominantemente ao longo de dois ciclos de variação glácio-eustática do NRM: no trato de mar alto correlato ao estágio isotópico marinho (EIM) 5e (~ 120 ka AP), no trato de mar baixo do EIM 2 (~ 20 ka AP) e no trato de mar alto do EIM 1, que abrange queda suave (< 3m) de NRM nos últimos 6 a 5 ka. Ocorrem vizinhos às bacias de Santos e Pelotas e ao paleoalto estrutural que as separa, e podem, portanto, por herança morfoestrutural, serem subdivididos em três setores latitudinais correlatos a estes compartimentos. Esta compartimentação fisiográfica tripartite da costa, juntamente com os ciclos de NRM, as variações do clima e o regime de ondas e de marés condicionam a presença, a extensão e a geometria dos diferentes tipos de sistemas deposicionais. Condicionam também a existência de corpos com propriedades sedimentares (*eg* texturas, mineralogia) distintas e variáveis no espaço. O projeto de pesquisa de pós-graduação a que se refere este resumo insere-se, nesse contexto, no estudo numérico das heterogeneidades das propriedades entre estes diferentes corpos sedimentares ao longo da costa catarinense, com ênfase na análise espacial multivariada da granulometria e da mineralogia. Como objetivos centrais, tem-se a identificação de padrões espaciais de dispersão sedimentar e a avaliação da influência, nas propriedades sedimentares estudadas, das variações de NRM. Para alcançar estes objetivos, estão sendo realizados: levantamento da literatura e cartografia prévias, análise sistemática de dados granulométricos e mineralógicos disponíveis, tratamento e padronização desses dados, reconhecimento e classificação dos tipos de sistemas deposicionais cartografados, validação de banco de dados geoespacial e análise estatística multivariada (componentes principais) e espacial de dados granulométricos e mineralógicos. Os procedimentos estão sendo realizados nos programas Excel, ArcGIS e linguagem de programação R. Espera-se comparar métodos estatísticos de obtenção de dados granulométricos e amostras, para avaliar a consistência e correlação dos dados de diferentes fontes e assim validar seu uso nas etapas subsequentes, quando então se buscará detectar variações sedimentares (granulométricas e mineralógicas) entre depósitos de diferentes idades, tipos de sistema deposicional ou setores fisiográficos. Ao final deste projeto, pretende-se avaliar a influência, nas propriedades sedimentares estudadas, de: proveniência, processos (fácies) deposicionais, seleção hidro ou aerodinâmica e dissolução pós-deposicional; em escala mais ampla, espera-se demonstrar os efeitos, na distribuição tempo-espacial dessas propriedades, das gerações de sistemas, da subdivisão fisiográfica da costa e das mudanças climáticas. Até o presente momento foram compiladas 1462 amostras portadoras de análise granulométrica, extraídas de 28 trabalhos técnicos-científicos; além disso, resultados de análises quantitativas de minerais pesados serão extraídas de 13 trabalhos. Produtos auxiliares como cartografia geológica, modelo digital de terreno, imagens de satélite e feições e topônimos geográficos já compõem o banco de dados geoespacial do projeto.

**Palavras-chave:** Sistemas deposicionais costeiros; Compartimentação costeira; Estatística multivariada; Granulometria; Minerais Pesados.





---

## VOLATILES EXPELLED THROUGH MAGMA-SEDIMENT INTERACTIONS IN THE PARANÁ- ETENDEKA MAGMATIC PROVINCE

*Esteves, M.C.B., Alves, A.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociências.

### ABSTRACT

The link between Continental Flood Basalts, extinctions and environmental changes is mainly attributed to the effects of volcanic emissions, where the expelled volatile species have an important effect on the atmospheric composition. It is highly probable that magmatic degassing is an insufficient killer mechanism, and an important additional volatile flux should be provided by alternative sources, for example, outgassing associated with contact metamorphism. Brazil hosts one of the world's most expressive CFB associated with the breakup of the Gondwana Supercontinent and the opening of the Atlantic Ocean, the Paraná- Etendeka Magmatic Province. Some uncertainties prevent the concrete identification of volcanic activity as a trigger of environmental changes. In this context, this work contributes by investigating the composition of volatiles released via interaction of magmas and sedimentary bedrocks of different compositions (e.g. sandstones, carbonate-bearing rocks, and organic matter-rich shales) via fluid inclusion studies in view to compare the nature of the identified volatiles with those available for extinction-related provinces. Different from what occurs with magmatic assimilation, thermal devolatilization due to contact metamorphism engenders a massive release of fluids. The two field stages allowed the collection of 25 samples from sedimentary sequences affected by magmatism (vein samples and sedimentary hornfels) and vein samples that cut the magmatic samples for selection of high-temperature fluid inclusions. The microthermometry measurements (298 inclusions were measured) showed that fluid inclusions are aquosaline with high and low salinity variability (present at all samples measured)(0.2 to 25 w.t%). Carbonic inclusions were found at the quartz grains of siltite hornfels, suggesting that there was CO<sub>2</sub> remobilization. Moreover, the variability of melting temperature of CO<sub>2</sub> (-39 to -58°C), although small, indicates the possibility of mixing volatiles different from CO<sub>2</sub> (e.g. CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>). Eutectic temperatures suggest a system composed of NaCl- MgCl<sub>2</sub>/CaCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. The observation of decrepitation behavior and the increasing homogenization temperatures against constant ice melting of fluid inclusions indicate a thermal reequilibration. The high temperatures reached (120 to >500°C) and the evidence of reequilibration suggests that fluid inclusions have undergone modifications due to some later event probably to the heating by the Paraná volcanic event.

**Keywords:** Continental Flood Basalts; Paraná-Etendeka Magmatic Province; Volatile species; Fluid inclusion studies.



---

# INVESTIGAÇÃO DOS NÍVEIS DE OXIGÊNIO NO EDIACARANO A PARTIR DE ANÁLISE MULTIPROXY EM ROCHAS CARBONÁTICAS DO GRUPO CORUMBÁ

*Fernandes, H.A., Boggiani, P.C.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

O aumento da concentração de oxigênio na atmosfera terrestre, até atingir níveis atuais, é uma questão controversa. A maioria dos proxies paleoredox aponta para dois principais eventos de oxigenação: o Grande Evento de Oxigenação (GOE), há ~2,3Ga, e o Evento de Oxigenação do Neoproterozoico (NOE), há ~550Ma, quando os níveis de O<sub>2</sub> atmosféricos possivelmente alcançaram os valores atuais. No entanto, alguns estudos sugerem que esses níveis foram alcançados somente no Devoniano. Nesse sentido, as condições ambientais redox não possuiriam relação direta com a diversificação de metazoários do final do Neoproterozoico e início do Paleozoico. Em vista de tal controvérsia, o presente doutorado tem por objetivo investigar os eventos de oxigenação e anóxia a partir de análises multiproxy nas rochas carbonáticas ediacaranas da Formação Tamengo, Grupo Corumbá. Serão investigados isótopos de C e Cr ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{53}\text{Cr}$ ), que podem indicar tendências óxicas/anóxicas dos carbonatos autigênicos que preservam a composição isotópica da água do mar. Essas assinaturas serão analisadas conjuntamente com dados isotópicos de Cd ( $\delta^{114}\text{Cd}$ ), que é um proxy para paleoníveis de produtividade em águas superficiais. Ademais, concentrações de elementos terras raras (REE + Y) serão obtidas, uma vez que anomalias de cério (Ce/Ce\*) também são utilizadas como proxy redox de ambiente marinho local. Concentrações de elementos redox-sensíveis (RSE), notadamente U, V e Mo, podem responder a variações nas condições óxicas/anóxicas do oceano. E a razão entre as concentrações de cátions bivalentes (Zn<sup>2+</sup>/Fe<sup>2+</sup>) também tem o potencial de ser um marcador quantitativo para a evolução redox em grande escala. Os estudos vêm sendo realizados em novas seções estratigráficas, com potencial para obtenção de informações inéditas sobre a Formação Tamengo, a qual, além do alto grau de preservação, apresenta amarração geocronológica em sua base e topo. A análise integrada dos proxies mencionados indicará as condições paleoredox predominantes na atmosfera e hidrosfera durante a transição Ediacarano – Cambriano, contribuindo para o entendimento da evolução da atmosfera terrestre e para o quadro das mudanças ambientais durante o aparecimento de vida complexa no registro fóssil.

**Palavras-chave:** Ediacarano; Oxigênio; Isótopos de Cr; Anomalias de Ce; RSE.





---

# CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DE ESTRUTURAS RÚPTEIS LOCALIZADAS ENTRE A MINA SUBTERRÂNEA DE VAZANTE E O RIO SANTA CATARINA, MINAS GERAIS, BRASIL

*Ferreira, O.B.<sup>1</sup>, Tavares, T.<sup>2</sup>, Suhogusoff, A.V.<sup>1</sup>, Díaz, V.L.<sup>2</sup>, Araújo, E.E.<sup>3</sup>, Gamba, C.C.<sup>2</sup>, Gandolfo, O.B.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental; <sup>3</sup> Nexa Recursos Minerais.

## RESUMO

A mina subterrânea de Vazante, localizada no estado de Minas Gerais, **é a mais importante jazida de zinco do país. A mina está inserida no contexto geológico do Grupo Vazante (meso-neoproterozoico)**, o qual representa uma sequência metassedimentar carbonática e siliciclástica associada a um complexo cenário de deformação. As galerias subterrâneas são desenvolvidas em rochas metapelíticas e dolomíticas que hospedam um sistema aquífero cárstico não confinado e intensamente fraturado. A operação de lavra depende do bombeamento contínuo de água subterrânea para que a extração do minério de zinco seja realizada em ambiente drenado. Os impactos gerados pelo rebaixamento do lençol freático podem ser observados no entorno da mina, onde está localizado o baixo curso do rio Santa Catarina. Nos últimos anos, a formação acelerada de dolinas e sumidouros está sendo relatada nesta região. Trechos de perda de vazão e secamento do rio Santa Catarina estão sendo mapeados durante os períodos de seca. Este trabalho tem como objetivo classificar o potencial hidrogeológico de estruturas rúpteis e condutos cársticos que podem gerar conexões hidráulicas entre o rio Santa Catarina e a mina subterrânea. De forma integrada, a abordagem baseou-se em estudos relacionados ao arcabouço estrutural da região, além de dados geofísicos de gravimetria, interferometria diferencial e tomografia elétrica. Séries temporais de dados hidrogeológicos e observações de campo também foram utilizados para as interpretações. Além disso, testes com traçadores fluorescentes foram realizados para definir zonas e caminhos preferenciais de perda de fluxo ao longo do canal do rio Santa Catarina. Em etapa futura, essas estruturas serão incorporadas a um modelo numérico de fluxo de água subterrânea que está sendo desenvolvido nesta região.

**Palavras-chave:** Águas subterrâneas; Aquífero fissuro-cárstico; Modelo conceitual.



---

# INVESTIGAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E ISOTÓPICA DE ANOMALIA DE ENXOFRE DISSOLVIDO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DO CANAL DO JURUBATUBA, SÃO PAULO

*Fregona, L.G.G., Bertolo, R.A.*

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A região do bairro industrial do Jurubatuba é um dos mais importantes polos industriais do Brasil e um dos maiores focos de contaminação de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Sua contaminação é composta principalmente por solventes organoclorados, em especial por PCE e seus derivados. Por ser um composto mais denso do que a água, sua fase livre naturalmente migra para porções mais profundas do aquífero o que dificulta a construção de um modelo hidrogeoquímico confiável. Por essa razão, a definição dos responsáveis pelos passivos ambientais é subjetiva e provoca o atrito entre diferentes empresas do parque industrial. As pesquisas realizadas até o momento demonstraram que existem zonas químicas distintas entre os níveis superiores e inferiores do aquífero fraturado, possivelmente indicando águas de origens distintas. Em zonas mais profundas, a presença expressiva de sulfato dissolvido contrasta com a sua completa ausência em níveis mais rasos da rocha sã. Com o objetivo de investigar a proveniência da anomalia de sulfato e propor um novo modelo geoquímico local, foram selecionados 32 pontos para coleta de amostras de água subterrânea em diferentes níveis do aquífero intergranular e fraturado. Concentrações de  $\text{CH}_{4(g)}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{S}^{-2}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$  foram utilizados como indicadores das condições redox do meio;  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{HCO}_3^-$  como parâmetros para o diagnóstico das fácies hidroquímicas ao longo do perfil rochoso; e os teores de VOCs (PCE, TCE, DCE e Cloreto de Vinila) e gases leves (Etano e Eteno) como fingerprints da biorremediação. As assinaturas isotópicas em sulfato dissolvido funcionaram como traçadores da proveniência de águas subterrâneas profundas, como prova da interconectividade entre aquíferos e da presença ou não, de atividade bacteriana. As fácies hidroquímicas apontaram uma clara transição entre águas sódicas carbonatadas rasas para cálcicas sulfatas profundas. A avaliação das condições redox possibilitou a separação entre duas zonas redox, com condições ferro redutora (zona superior) e parcialmente sulfato redutora (zona inferior). Em ambas, foi possível observar um forte aumento da proporção de metano em 2020, porém em condições geoquímicas desfavoráveis a metanogênese. A assinatura de metano sugere um aporte off-site de  $\text{CH}_{4(g)}$ , possivelmente devido ao intenso programa de remediação em áreas vizinhas. A proporção molar dos solventes organoclorados apresentaram forte evidência de sua atenuação natural, porém de modo irregular ao longo do perfil rochoso. O delta  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  e  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  apresentaram três grupos de assinaturas em sulfato dissolvido na zona profunda, porém nenhum deles demonstrou correlação com os end-members escolhidos (persulfato, abastecimento público, águas ultra-profundas e rasas). Uma nova campanha será realizada em setembro de 2021. O objetivo principal será avaliar a existência da atividade microbiana nas águas ricas em sulfato dissolvido e a representatividade dos end-members amostrados.

**Palavras-chave:** Sulfato; Anomalia; Isótopos; Contaminação; Jurubatuba.



---

# PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR COMO UM ARQUIVO DA EXUMAÇÃO TANTO DO BLOCO CRATÔNICO QUANTO DO INTERIOR OROGÊNICO CONTROLANDO O DESENVOLVIMENTO DA PALEOGEOGRAFIA DA FAIXA PARAGUAI

*Frugis, G.L., Campos Neto, M.C.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia – Universidade de São Paulo,  
Instituto de Geociências.

## RESUMO

Regiões orogênicas podem fornecer informações acerca da composição e idade dos paleocontinentes envolvidos, além de elucidar o caráter da interação entre blocos. Desta forma, a Faixa Paraguai representa uma peça chave na construção diacrônica de Gondwana Ocidental. Na porção mais oriental desta faixa, na área compreendida entre Nova Xavantina e Bom Jardim de Goiás, encontram-se rochas metassedimentares e metavulcânicas que registram diferentes estágios tectônicos da interação entre os blocos Paranapanema, São Francisco e Amazônico. Aqui apresentamos novos dados geocronológicos por U-Pb em zircão e geoquímicos em rocha-total de três unidades: uma metavulcanossedimentar restrita à região de Nova Xavantina, outra de caráter glacio-marinho, que se estende de Nova Xavantina até o norte de Barra do Garças e uma terceira, de caráter sin-tectônico, que aflora entre Barra do Garças e Bom Jardim de Goiás. O vulcanismo deve ter ocorrido até ca. 715 Ma (U-Pb em zircão de tufo) em regime extensional na porção NW da crosta do Bloco Paranapanema em resposta da evolução do Orógeno Brasília. Já a unidade glacio-marinha tipo-Grupo Cuiabá com MDA de ca. 870 Ma, foi depositada sobre as bordas dos crátons Amazônicos e Rio Apa em direção às porções internas da bacia. A unidade sin-tectônica foreland era antigamente mapeada como Grupo Cuiabá e aqui foi desmembrada. Ela é dividida em duas sub-unidades, uma que ocorre entre Barra do Garças e Bom Jardim de Goiás, com MDA de ca. 565 Ma e outra entre Coxim e Aquidauana, mais distal, com MDA de ca. 600 Ma. As rochas metassedimentares da Unidade Metavulcanossedimentar apresentam fontes principais no embasamento do Bloco Paranapanema e secundárias no Arco Magmático de Goiás. A Unidade Glacio-marinha apresenta proveniência nos blocos Amazônico e Rio Apa com influência do Arco Magmático de Goiás, já formado como cadeia de montanha. Já o Domínio Barra do Garças-Bom Jardim de Goiás da Unidade Foreland exibe fontes diretamente do arco magmático e das intrusões graníticas sin-tectônicas de 550–540 Ma da própria Faixa Paraguai, enquanto que o Domínio Coxim-Aquidauana apresenta fonte principalmente no arco magmático.

**Palavras-chave:** Proveniência sedimentar; Evolução tectônica; Faixa Paraguai; Geocronologia; Geoquímica



---

# REAVLIAÇÃO DAS PALEOGEOGRAFIAS DO OESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA NO NEÓGENO: DELIMITAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA FORMAÇÃO SOLIMÕES NA BACIA DO ACRE

*Geraldo, G.L., Almeida, R.P.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica – Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociência.

## RESUMO

Localizada no extremo oeste do Brasil, a Bacia do Acre é considerada a continuidade das bacias andinas de foreland Marañón, Ucayali e Madre de Dios (Peru), sendo a única em território brasileiro que teve a subsidência diretamente relacionada com a tectônica andina ao longo do Cenozoico. A Bacia do Acre também se insere no contexto da bacia de drenagem amazônica, representando, portanto, um elo entre a tectônica andina e o desenvolvimento do sistema de drenagem transcontinental da Amazônia. A evolução cenozoica da bacia é de grande relevância para a formação dos ambientes e da biota da Amazônia, sendo aspecto central de projetos de pesquisa internacionais de grande porte em andamento, com destaque para o *Trans-Amazon Drilling Project*. Apesar de sua relevância, as unidades do Cenozoico da Bacia do Acre não são individualizadas, de modo que toda a sequência do Eoceno ao Plioceno é incluída na Formação Solimões, dificultando o reconhecimento de variações espaciais e temporais nos padrões de sedimentação. O soerguimento na região do Arco Fitzcarrald no Plioceno causou amplas alterações geográficas e gerou uma discordância erosiva regional, sendo este outro fator que fomenta a discussão sobre a existência de correlação entre as unidades aflorantes no Acre e a seção-tipo da Formação Solimões no Amazonas (Bacia do Solimões), ou se essa região representaria unidades mais antigas. Com base na descrição de afloramentos e com o acesso a dados de poços disponibilizados pela ANP, serão elaborados modelos estratigraficamente controlados para a paleogeografia da região no Mioceno e no Plioceno, que serão contrapostos a modelos conceituais vigentes e a modelos numéricos de evolução da paisagem.

**Palavras-chave:** Formação Solimões; Arco de Fitzcarrald; Bacias andinas; Paleogeografia.



---

## CONTRIBUIÇÕES DA GEOLOGIA À INDÚSTRIA 4.0

*Gonçalves, A.N., Andrade, F.R.D.*

Pós-Doutorado – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociência

### RESUMO

Durante a 1ª Revolução Industrial (1760-1850) foi desenvolvido o motor a vapor cuja matriz energética era baseada na queima de carvão, o principal recurso mineral consumido pela indústria à época. A 2ª Revolução Industrial (1850-1945) ficou marcada pela introdução dos motores a combustão, além da popularização da eletricidade. Nessa fase, o petróleo foi progressivamente substituindo o carvão como matriz energética para a produção industrial, enquanto o minério de ferro foi cada vez mais consumido pela siderurgia ascendente. Após a 2ª Guerra Mundial foi iniciada a 3ª Revolução Industrial (1945-2004), que foi baseada em alta demanda de recursos naturais, surgimento das pautas ambientais, além de significativa diversificação da tecnologia, com disseminação da robótica, biotecnologia, informática, eletrônica e das telecomunicações. Como aspecto em comum das três primeiras revoluções industriais, os avanços tecnológicos puderam ser conduzidos pela grande disponibilidade de recursos minerais e da tecnologia para explorá-los adequadamente, permitindo a disponibilização de energia e matéria-prima para as inovações científicas dos respectivos períodos. Diferentemente do contexto até então observado, as tecnologias habilitadoras da 4ª Revolução Industrial, também chamada de Indústria 4.0, possuíram seus fundamentos teóricos desenvolvidos antes de haver materiais para torná-los economicamente viáveis, pois são tecnologias que demandam desempenho de seus componentes que nem sempre é fornecido pelos materiais tradicionais a preços competitivos. Dessa forma, com o objetivo de se popularizar essas novas tecnologias, a nanotecnologia possui um papel relevante, uma vez que os materiais de baixa dimensionalidade são capazes de fornecer propriedades até então inéditas – dada a elevada energia superficial combinada com o confinamento dos elétrons em sua estrutura – e de interesse para a Indústria 4.0. Nesse sentido, a Geologia deve ocupar seu nicho junto à produção de nanomateriais, fomentando a sua produção direta a partir de recursos minerais, evitando-se, sempre que possível, a necessidade de matérias-primas sintéticas onerosas. Por esse motivo, a Nanotecnologia Mineral tem a responsabilidade de reduzir a distância entre as tecnologias habilitadoras da 4ª Revolução Industrial e os materiais de alto desempenho que permitirão a popularização dessas inovações tecnológicas por meio de seus pilares fundamentais: (i) nanomateriais são um elemento-chave para a disseminação de dispositivos de alta performance e durabilidade; (ii) a produção de nanomateriais a partir de precursores minerais deve dispensar processos complexos de síntese; (iii) a tecnologia deve estar focada nas propriedades e aplicações dos minerais nanométricos, independentemente de sua heterogeneidade composicional e defeitos cristalinos; (iv) a produção deve focar materiais de alto valor agregado quando comparados às *commodities* minerais tradicionais; (v) as operações devem funcionar em escalas espaciais reduzidas e buscando reduzir a produção de resíduos sólidos; (vi) o processamento dos minérios deve ser simples e reproduzível para o mesmo depósito mineral; e (vii) os nanomateriais são materiais intrinsecamente finos e pouco volume de minério é capaz de produzir nanopartículas abundantemente.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0; Geologia industrial; Nanotecnologia mineral.



---

# RECONSTITUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO DA BACIA AMAZÔNICA DURANTE OS ÚLTIMOS 30 KYR EMPREGANDO UM TESTEMUNHO SEDIMENTAR MARINHO

*Grigolato, J.<sup>1</sup>, Chiessi, C.M.<sup>2</sup>, Nace, T.E.<sup>3</sup>, Bertassoli Jr., D.J.<sup>2</sup>, Campos, M.C.<sup>1</sup>, Silva, C.G.<sup>4</sup>, Baker, P.A.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, <sup>2</sup>Escola de Artes, Ciências e Humanidades; <sup>3</sup>Duke University, Division of Earth and Ocean Sciences, EUA; <sup>4</sup>Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A dinâmica climática futura da Bacia Amazônica que abriga a maior floresta tropical do planeta possui marcantes incertezas, sobretudo devido à possibilidade de ela estar próxima de atingir um limiar crítico que levaria à substituição em larga escala das formações florestais por formações predominantemente savânicas. Tal possibilidade foi denominada "savanização da Amazônia" e, apesar de ter sido descrita pela primeira vez faz 30 anos, assumiu grande destaque nos últimos anos em função do avanço dos efeitos locais das mudanças climáticas e do crescente desmatamento (principalmente pelo uso do fogo). Estudos paleoclimáticos de alta resolução temporal são fundamentais para melhorar o entendimento das particularidades do clima da região, tais estudos se fazem necessários e urgentes, em especial, para avaliar a estabilidade futura da floresta Amazônica. Esse trabalho reconstitui com resolução temporal nunca antes obtida (i.e., ~ 1300 anos entre amostras adjacentes) as mudanças que ocorreram no hidroclima da Bacia Amazônica com ênfase para os períodos de diminuição da intensidade da Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico (i.e., eventos climáticos abruptos ou Heinrich Stadials (HS)). Para tal, foi analisada a distribuição de elementos maiores em um testemunho sedimentar marinho que recobre os últimos 30 mil anos coletado ao largo da desembocadura do Rio Amazonas, na porção oeste do Atlântico equatorial (04°27'N, 48°36'O). Os elementos maiores foram analisados em um scanner de fluorescência de raios-X por energia dispersiva e o modelo de idades do testemunho foi estabelecido com um algoritmo bayesiano baseado em idades calibradas radiocarbono obtidas em testas de foraminíferos planctônicos. Foi possível caracterizar em detalhe os eventos HS2 e HS1. Os proxies de aporte de material terrígeno (i.e., Fe/Ca; Ti/Ca) apresentaram um pico marcado de aporte, sugerindo aumento na precipitação continental na metade do HS2 (~ 24.5 cal ka BP) e três picos internos ao HS1 (~ 14.5, 15.9 e 16.6 cal ka BP). Adicionalmente, a razão Fe/K, que pode ser interpretada como um indicador da área fonte dos sedimentos terrígenos dentro da Bacia Amazônica (i.e., Andes versus escudos) ou da intensidade do intemperismo químico, apresentou substanciais diferenças de amplitude dos picos relacionados aos eventos HS. Durante o HS2 os picos são menos pronunciados do que aqueles do HS1. Isso pode indicar mudanças na área fonte (e.g., relativamente maior dos Andes durante o HS2 em relação ao HS1) ou mudanças no padrão de intemperismo químico. Para sanar esta questão outras razões elementares (e.g. Al/Si) serão investigadas e será feita uma modelagem de membros finais para se estabelecer a contribuição sedimentar relativa dos principais afluentes do Rio Amazonas. Em suma, esse trabalho apresenta dados de alta resolução dos HS2 e 1, auxiliando no entendimento da dinâmica climática da Bacia Amazônica.

**Palavras-chave:** América do Sul; Atlântico equatorial; Elementos maiores; Bacia Amazônica; Sedimentos marinhos.





---

# GEOQUÍMICA DE METAIS TRAÇOS E ISÓTOPOS DE ESTRÔNCIO NAS ROCHAS DO GRUPO BAMBUÍ: IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS NA BACIA DO SÃO FRANCISCO NA TRANSIÇÃO EDIACARANO-CAMBRIANO

*Guacaneme, C.<sup>1</sup>, Caetano-Filho, S.<sup>1</sup>, Paula-Santos, G.M.<sup>2</sup>, Babinski, B.<sup>1</sup>, Bedoya-Rueda, C., Fraga-Ferreira, P.L.<sup>1</sup>, Trindade, R.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>University of Bremen, Faculty of Geosciences, Bremen, Germany. <sup>3</sup>Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas.

## RESUMO

A evolução geológica da bacia intracratônica do São Francisco no interior do megacontinente Gondwana é marcada por períodos de conexão e isolamento do oceano global no final do Ediacarano e início do Cambriano. Este trabalho fornece novos aspectos sobre a evolução estratigráfica da bacia com base na geoquímica de metais traços (Cd, Cu, Mo, U e Zn) e na quimioestratigrafia de isótopos de Sr na parte basal do Grupo Bambuí, que potencialmente registram mudanças paleoambientais importantes no contexto de uma bacia de ante-país. Na sequência regressiva basal de 2ª ordem, os dados normalizados de metais traços mostram um aumento progressivo do fator de enriquecimento em relação ao PAAS, acompanhado de um grande aumento nas razões Sr/Ca (de 0,001 até 0,004) e uma diminuição nas razões <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr de 0,7086 para 0,7076. Essas mudanças precedem uma grande excursão positiva de  $\delta^{13}\text{C}$  (até +16 ‰) tipicamente encontrada na parte intermediária do Grupo Bambuí. O enriquecimento em metais traços ao longo dessa sequência sugere evolução química das águas profundas com longos tempos de residência e cujas condições redox mudam progressivamente de subóxico-anóxico para anóxico-euxínico. As variações das razões <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr indicam que a bacia evoluiu de uma via marítima conectada a um mar restrito, produto de mudanças paleogeográficas induzidas pela evolução dos sistemas orogênicos marginais, e mudanças no equilíbrio entre a produção de carbonatos e acomodação associadas à subsidência flexural, alterando o fluxo de estrôncio e as composições isotópicas da água do mar. Em condições de restrição marinha, as características bioquímicas da massa de água profunda do mar Bambuí se tornaram extremamente sulfídicas, sem renovação de águas oxigenadas, com a escassez de metais traços transportados pela ressurgência, e com a limitação da fixação de micronutrientes. Isto teria limitado a biodisponibilidade de nitrogênio, desencadeando um desafio para a colonização dos primeiros metazoários bentônicos nos mares epicontinentais do Gondwana na transição Ediacarano-Cambriano.

**Palavras-chave:** Metais traços; Isótopos de Sr; Grupo Bambuí; Ediacarano-Cambriano.



---

# QUÍMICA MINERAL E IMPLICAÇÕES PARA A PETROLOGIA DE ROCHAS VULCÂNICAS DE AFINIDADE ALCALINA DO OESTE DA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE, OCEANO ATLÂNTICO SUL

Guerra, J.T.M.<sup>1</sup>, Janasi, V.A.<sup>1</sup>, Srivastava, P.<sup>2</sup>, Basei, M.A.S.<sup>1</sup>, Jovane, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Instituto Oceanográfico/USP.

## RESUMO

A Elevação do Rio Grande é uma das feições batimétricas mais importantes do oceano Atlântico Sul. Apesar de ser considerada uma Large Igneous Province, o conhecimento sobre o seu vulcanismo ainda é limitado. Análises de química mineral (microsonda eletrônica e LA-ICPMS) das principais fases presentes em amostras de basalto alcalino, basanita, traquiandesitos e traquitos porfiríticos foram feitas para investigar a petrologia de amostras dragadas da região. As rochas máficas estudadas possuem proporções variáveis de plagioclásio ( $An_{35-72}$ ), diopsídio, analcima intersticial, Ti-magnetita, apatita e por vezes pseudomorfos de olivina e/ou raro feldspato alcalino na matriz, além de macrocristais de olivina ( $Fo_{80-87}$ , comumente alterada), plagioclásio ( $An_{62-87}$ ) e diopsídio. Os macrocristais de diopsídio são fortemente zonados, em maioria com núcleos reliquiares primitivos ( $Mg\# = 82-90$ ) e bordas mais evoluídas ( $Mg\# = 65-81$ ) e enriquecidas em  $Al_2O_3$  (~6-10 wt%),  $TiO_2$  (~2-4 wt%), e elementos incompatíveis (Sr, Zr, ETR). Um trend composicional contínuo entre as composições mais primitivas e evoluídas é observado e poderia refletir difusão incompleta após a infiltração do magma mais evoluído, mas a presença de raros macrocristais eudrais com zonamentos concêntricos sugere que o equilíbrio foi atingido em alguns casos. Os traquiandesitos possuem macrocristais de kaersutita, diopsídio, pseudomorfos de olivina, ilmenita e plagioclásio, e matriz com feldspato alcalino ( $Or_{15-62}$ ), plagioclásio, diopsídio, Ti-magnetita, e biotita. Os traquitos possuem macrocristais de feldspato alcalino ( $Or_{36-55}$ ), diopsídio, e por vezes titanita e/ou raro plagioclásio ( $An_{25-35}$ ), e matriz composta por feldspato alcalino ( $Or_{33-56}$ ), diopsídio, Ti-magnetita e apatita. Seus macrocristais de diopsídio possuem composição mais enriquecida em Na, Mn, e elementos-traço incompatíveis e valores menores de  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$  e  $Mg\#$  quando comparados com os das demais amostras. A idade Eocênica obtida por datação U-Pb in situ em zircões de um traquito reforça a importância do vulcanismo alcalino da Elevação do Rio Grande. Os resultados obtidos sugerem que o magma que formou os núcleos mais primitivos de clinopiroxênio possui características significativamente distintas das do magma hospedeiro, e que esses macrocristais poderiam fornecer informações sobre a influência de processos polibáricos de nível crustal e das fontes mantélicas na origem e evolução complexa do sistema magmático.

**Palavras-chave:** Elevação do Rio Grande; Vulcanismo; Basalto alcalino; Traquito; Química Mineral.





---

# PATRIMÔNIO GEOLÓGICO TECTÔNICO NA FAIXA RIBEIRA CENTRAL: ANÁLISE DE BOUDINS COMO REGISTROS DA EVOLUÇÃO REGIONAL, LITORAL NORTE DE SÃO PAULO

*Ibanez, K., Garcia, M.G.M.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociências - GeoHereditas.

## RESUMO

O litoral norte do estado de São Paulo, inserido na porção central da Faixa Ribeira, apresenta uma rica geodiversidade, com feições geológicas que caracterizam a complexa evolução relacionada à formação e à ruptura do supercontinente Gondwana Ocidental. A região tem sido foco de inventários do patrimônio geológico desde 2012, com o principal objetivo de identificar geossítios com os melhores registros da história geológica. A partir do estudo do geossítio “Boudins do Ilhote de Camburizinho” foram levantadas questões sobre a necessidade de aprofundamento na análise de feições associadas a boudinagem na região, sobre as quais tem-se poucos estudos. Neste contexto, o presente projeto de mestrado tem como foco a identificação e análise dessas feições nos costões rochosos do município de São Sebastião, por meio de métodos de pesquisa que incluem análise estrutural, geoquímica e geocronológica e o uso de produtos de tecnologia geoespacial obtidos a partir de imagens de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). Essa análise pode fornecer relevante entendimento acerca da deformação e da estruturação regional. Além disso, a caracterização desses locais pode subsidiar o inventário de novos geossítios, com base em sua relevância científica, e contribuir para medidas de divulgação e promoção no contexto da geoconservação. Os resultados contribuirão para a melhor compreensão acerca da relação entre os processos de boudinagem e a evolução geológica regional da Faixa Ribeira durante o Ciclo Brasileiro. Os registros da relevância científica desses locais, obtidos a partir dessa pesquisa e os produtos gerados, serão importantes subsídios para a valorização do patrimônio geológico tectônico da região.

**Palavras-chave:** Patrimônio Geológico Tectônico; Faixa Ribeira Central; Complexo Costeiro; Boudinagem; Gondwana Ocidental.



---

# MODELAGEM GEOMÉTRICA DE CORPOS DE MINÉRIO DOBRADOS POR MEIO DA FUNÇÃO VOLUME

*Kikuda, A. T.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Dependendo da geometria do corpo geológico, as distâncias Euclidianas não podem ser usadas para o cálculo de recursos minerais. Geralmente, o corpo de minério dobrado é desdobrado resultando em uma forma horizontalizada onde distâncias Euclidianas podem ser usadas tanto para o cálculo de variogramas e para a krigagem dos teores médios. O processo de desdobramento envolve transformação de coordenadas para um novo sistema de coordenadas. Isso significa que após a estimativa do recurso mineral, o corpo de minério desdobrado deve ser transformado de volta para a sua geometria original. Contudo, a transformação reversa não resulta na geometria original do corpo de minério. Além disso, esse processo introduz incerteza devido aos artefatos gerados. Em vista disso, este trabalho propõe o cálculo de distâncias estratigráficas sobre a geometria do corpo de minério. Essa distância é computada com base na hipótese que dados dois pontos não verticais, a fração topo-base dentro de uma unidade estratigráfica varia linearmente entre eles. Uma unidade estratigráfica resulta de um modelo geológico do qual as superfícies correspondentes ao topo e base são derivadas. Pontos pertencentes a essas superfícies são submetidas a uma interpolação global usando as funções de base radial. A solução do problema de interpolação global é obtida com o uso do método rápido dos multipolos variante caixa preta, que apresenta um desempenho superior em relação à forma direta de interpolação. As superfícies interpoladas definem o modelo geométrico, que podem ser usadas para o cálculo das distâncias estratigráficas. Dessa forma, os variogramas experimentais podem ser determinados usando as distâncias estratigráficas. Entretanto, o cálculo da função covariância não é possível com as distâncias estratigráficas porque ela depende dos componentes nos eixos X, Y e Z. Como as distâncias estratigráficas são maiores ou iguais às distâncias Euclidianas, pode-se calcular um fator como razão entre elas. Com o uso desse fator, torna-se possível estimar a função covariância e, portanto, a solução do sistema de equações de krigagem. Para aplicar a metodologia proposta, um estudo de caso foi considerado na Mina de Capanea (MG). Dados de sondagens foram usadas para derivar o modelo geométrico e, dessa maneira, cálculo do variograma e estimativas pela krigagem para a unidade denominada hematita intemperizada. Os resultados são compatíveis com o modelo geométrico e estão restritas à unidade estratigráfica.

**Palavras-chave:** Distância não euclidiana; Geoestatística; Interpolação global.



---

# GRANULITOS UHT DO CINTURÃO SALVADOR-ESPLANADA-BOQUIM, CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, BAHIA, BRASIL – ESTÁGIO ATUAL DO CONHECIMENTO E PERSPECTIVAS FUTURAS

*Leal Rodrigues, D.<sup>1</sup>, Moraes, R.<sup>1</sup>, Oliveira, J.S.S.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Os terrenos de rochas metamórficas de Salvador, BA, posicionam-se na porção sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim (CSEB), leste do Cráton do São Francisco (CSF). Afloram granulitos orto- e paraderivados, polideformados, cujo metamorfismo é associado à orogênese ocorrida durante o Paleoproterozoico que afetou regionalmente as rochas agora pertencentes ao CSF, e que outrora faziam parte do Cráton São Francisco-Congo. A primeira ocorrência de safirina da América do Sul foi descrita na Praia da Paciência, nesses granulitos, que afloram juntamente com granada granulitos. Estes últimos apresentam porfiroblastos de granada e ortopiroxênio envolvidos por matriz de plagioclásio ± feldspato potássico ± quartzo e biotita retrometamórfica. A granada é uma solução sólida dominada pelo par almandina-piropo e conteúdo de Al em ortopiroxênio varia entre 0,30-0,43 apfu. O granulito portador de safirina apresenta simplectitos entre safirina + ortopiroxênio ± espinélio ± cordierita, envolvidos por biotita retrometamórfica ± plagioclásio ± quartzo ± feldspato potássico. Nestes, Al em ortopiroxênio varia entre 0,27-0,40 apfu. Condições *P-T* obtidas indicam que o metamorfismo nessas rochas alcançou 10,4 kbar e 1.000 °C, compatíveis com metamorfismo de temperatura ultra-alta, comumente associado a eventos de amalgamação de supercontinentes no passado da história da Terra. O objetivo deste projeto é caracterizar a evolução dos granulitos da região sul do CSEB. Para isso, serão coletadas amostras dos granulitos portadores de safirina e granulitos associados, para caracterização petrográfica, química de rocha total, química mineral, e geocronologia *in situ* de zircão e monazita. Os dados de química de rocha total e mineral serão utilizados para a definição das condições *P-T* do metamorfismo e fusão parcial associada, com pseudosseções e geotermobarometria. Ademais, pretende-se realizar mapeamentos composicionais em granada, plagioclásio e piroxênios, a fim de avaliar os processos de difusão e mudanças volumétricas ocorridos durante o metamorfismo, auxiliando na determinação de quais composições minerais estavam em equilíbrio durante o pico metamórfico. A conexão entre química de elementos traço em contexto textural entre fases metamórficas e as datáveis permitirá determinar com precisão a evolução do metamorfismo. Os resultados desta pesquisa viabilizarão a correlação regional do metamorfismo no CSEB durante o Paleoproterozoico.

**Palavras-chave:** Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim; Granulitos; Paleoproterozoico; Safirina; Temperatura ultra-alta.



---

# CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE REJEITOS FINOS DE MINÉRIO DE FERRO UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DE MECÂNICA DE SOLOS

*Lemos, M. B., Marinho, F.A.M., Gonçalves, F.P.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A mineração é responsável por fornecer matérias primas para os setores industriais, agropecuários e de serviços, podendo ser considerada a base de todas as cadeias produtivas. Com o crescimento da população mundial e o desenvolvimento tecnológico, a demanda por insumos minerais tem aumentado nos últimos anos e, com isso, a produção de resíduos da mineração também é crescente. Neste contexto, o aumento da demanda de minério de ferro tornou economicamente viável a exploração de jazidas de baixos teores metálicos no Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil), onde se concentra a maior reserva de ferro no país. Com isso, o volume de produção de rejeitos aumenta consideravelmente a cada ano na região, demandando maiores áreas de deposição e barragens de contenção mais altas. Dois grandes acidentes envolvendo rompimentos de barragens de rejeitos ocorreram nesta região recentemente. Sendo eles as rupturas das barragens de Fundão, em Mariana, em 2015, e da Mina do Feijão, em Brumadinho, no início de 2019. Estes acidentes trouxeram à público a importância de um gerenciamento de rejeitos mais rigoroso, além de uma relação mais direta com a população e órgãos governamentais para que a indústria mineral adote procedimentos que minimizem os riscos de seus empreendimentos e evite catástrofes. Um dos fatores essenciais que garantem a eficácia e segurança de projetos de obras de disposição de rejeitos é a correta caracterização geotécnica dos rejeitos a serem armazenados. Atualmente, a caracterização de rejeitos é realizada utilizando os princípios da mecânica de solos tradicional. Porém, apesar de ambos os materiais serem granulares, há diferenças intrínsecas entre estes materiais, como o formato dos grãos e o enriquecimento de minerais pesados no rejeito, devido os processos de moagem e beneficiamento. A utilização de ensaios pensados para solos em rejeitos pode trazer resultados de difícil interpretação. Neste contexto, o presente trabalho visa avaliar a metodologia de ensaios de caracterização de solos aplicados à rejeitos finos de minérios de ferro. Para tanto, dois rejeitos finos de ferro, com diferentes teores de óxidos de ferro foram analisados. Foram realizados ensaios para determinação das curvas granulométricas e da densidade de grãos utilizando os métodos normativos e rotineiros de um laboratório comercial de mecânica de solos. Estes resultados foram analisados e comparados com técnicas alternativas, tais como avaliação microscópica em MEV, determinação da densidade dos grãos após caracterização quantitativa da mineralogia e determinação das curvas granulométricas por difração de laser e peneiramento fino. A avaliação dos ensaios mostrou que o elevado teor de minerais pesados nos rejeitos finos de ferro é o principal fator que afeta a caracterização dos rejeitos utilizando os métodos tradicionais. O elevado teor de óxidos e hidróxidos de ferro (hematita e goethita) e o elevado contraste de densidade com os demais minerais do rejeito afeta o ensaio de sedimentação, não permitindo a adequada aplicação da Lei de Stokes para a determinação do diâmetro das partículas. A elevada densidade das partículas também dificulta a saída de ar nos ensaios de determinação da densidade real dos grãos em picnômetros, podendo subestimar os valores reais, dependendo das condições de ensaio. Dessa forma, sugere-se aos projetistas que os resultados obtidos nos ensaios de caracterização realizados neste tipo de material devem ser utilizados de forma cautelosa, já prevendo possíveis erros na estimativa dos parâmetros.

**Palavras-chave:** Caracterização geotécnica; Rejeitos finos de ferro; Ensaio de sedimentação.



---

# CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E GEOQUÍMICA DO DEPÓSITO DE CARVÃO E DOS REJEITOS NA REGIÃO CARBONÍFERA DE MOATIZE, PROVÍNCIA DE TETE – MOÇAMBIQUE

*Macie, A.E.A., Bacci, D.C.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências,

## RESUMO

O carvão mineral é considerado um dos importantes combustíveis fósseis para o desenvolvimento socioeconômico das sociedades, como para o setor industrial e energético. A exploração do minério de carvão, embora seja benéfica provoca sérios problemas ao meio ambiente relacionado à contaminação hídrica, poluição do ar e visual, degradação dos solos, poluição sonora, e disposição de rejeitos. A presente pesquisa teve como objetivo geral contribuir para a proposição das formas de uso e aproveitamento dos rejeitos de carvão e determinar a interferência da atividade mineira nas águas superficiais dos rios Revúbuè e Moatize, a partir da análise mineralógica e geoquímica do minério e rejeitos de carvão produzidos pelas empresas que atuam no local, sendo elas: Minas Moatize Ltda, ICVL e Vale SA Moçambique. Para a efetivação do trabalho se fez a revisão bibliográfica, seguido do trabalho de campo e análises laboratoriais das amostras. No trabalho de campo foram coletadas 2 amostras de carvão (6553 e 6554) e 2 de rejeitos (6555 e 6556) da Minas Moatize Ltda e da Vale SA. A caracterização química foi realizada por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) no laboratório de caracterização tecnológica (LCT) da Escola Politécnica da USP. Nos rios Revúbuè e Moatize foram coletadas 18 amostras de águas superficiais, analisadas no laboratório Aqualife em Moçambique. Foram determinados os parâmetros físico-químicos e química total por Espectrômetro de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP/AES). Os resultados foram comparados com os valores máximos permitidos (VMP) no Diploma Ministerial nº 180/2004, de 15 de Setembro para águas da Parte B de Moçambique. Como resultados preliminares do 1º trabalho de campo, observou-se que o  $Mn > Zr > V$  apresentam maior concentração nos rejeitos e o  $V > Zr > Cr$  no minério de carvão. Nos rios Revúbuè e Moatize, o pH, CE, STD, e o Fe apresentam concentrações acima do valor médio permitido pelo MISAU (2004) nos pontos P10 a P18 nas áreas próximas ao terminal de carvão da empresa Jindal e da Vale SA.

**Palavras-chave:** Carvão; Rejeitos e água superficial; Região carbonífera de Moatize; Geoquímica ambiental; Impactos ambientais.



---

# RESOLVENDO UM PROBLEMA INSOLÚVEL COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: AQUÍFEROS URBANOS CONTAMINADOS

*Marques, C.H.G., Hirata, R., Terada, R.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – CEPAS.

## RESUMO

A falta de redes de esgotamento sanitário e/ou as precárias condições das redes existentes devido a falhas de projeto e manutenção correspondem hoje às fontes de degradação de aquíferos ambientalmente mais preocupantes, responsáveis pelos maiores casos de contaminação em volume e área nos municípios paulistas. Nesse sentido, a ocorrência de nitrato nas águas subterrâneas, que é uma espécie química traçadora de contaminação antrópica, têm sido muito registrada em aquíferos urbanos no Estado de São Paulo, cada vez mais em concentrações acima do limite de potabilidade. Este é o caso da cidade de Urânia (noroeste do Estado de São Paulo), que tem uma população de 9 mil pessoas e apresenta contaminação extensiva por nitrato nas porções rasas (até 30 m) e intermediárias (de 30 a 70 m) do aquífero urbano. Estudos acumulados em mais de 20 anos, conduzidos pelo CEPAS|USP, com apoio da FAPESP (2020/09991-3 e 2015/03806-1) e CNPq (422501/2016-6) apontam para uma tendência de manutenção da contaminação, mesmo com a cidade contando com mais de 90% de cobertura de saneamento desde os anos 2000 e instalação de rede de esgoto iniciada no final da década de 1970. Diante disso, este estudo propôs simular em modelos numéricos de fluxo e transporte a condição de contaminação do aquífero, através de vazamentos da rede de esgoto, que foram estimados a partir de medidas do volume de esgoto coletado (estação de tratamento de esgoto), comparando-o aos consumos micro e macro medidos de água da rede pública. Os resultados da quantificação da contribuição de esgotos indicam perdas de 11% por vazamentos (20 mm/ano) e, com a calibração do modelo de fluxo, os impactos observados no aquífero urbano podem ser representados em simulações de transporte por fontes multipontuais rasas e não se restringem às primeiras camadas, promovendo extensiva contaminação na área. Para lidar com a contaminação urbana, as seguintes técnicas foram consideradas: 1) Fitorremediação, representada pela técnica Eucalyremediation, em que as árvores (poços de extração) serão plantadas em pontos estratégicos da cidade; 2) Recarga gerenciada de aquíferos, capturando o volume de água pluvial perdido pelo escoamento dentro da ocupação urbana e usando parte do volume de água residual tratada para diluir a contaminação rasa do aquífero; 3) Bombeamento seletivo de poços rasos (com uso para irrigação de áreas verdes e limpeza de chãos) e profundos (assegurando água livre de contaminação), este bombeamento diminuirá ainda a propagação da pluma em profundidade. Portanto, busca-se por novas estratégias de gestão para áreas extensivamente contaminadas, com baixo custo e impacto ambiental para as cidades brasileiras.

Palavras-chave: Modelagem numérica; Soluções baseadas na Natureza; Recarga Urbana; Nitrato.





---

# ESTUDOS DE PROVENIÊNCIA PELO MÉTODO U-PB E HF EM ZIRCÃO PELA TÉCNICA LA-ICP-MS DOS DEPÓSITOS PALEOZOICOS E ORIGEM DE CINZAS VULCÂNICAS DA BACIA DO PARANÁ

*Marques dos Santos, M. M., Passarelli, C. R.,  
Basei, M. A. S., Siga-Júnior, O.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

No Paleozoico, durante a formação do supercontinente Pangeia, as regiões mais afastadas das margens ativas experimentaram períodos extensos de estabilidade tectônica e sinéclises extensas se formaram no território brasileiro, dentre elas a Bacia do Paraná. A origem e desenvolvimento da Bacia do Paraná foram influenciados pela tectônica da porção SW do Gondwana, afetada continuamente durante o Fanerozoico por esforços compressionais derivados de movimentos convergentes entre o bloco continental e a litosfera oceânica do Panthalassa. Esta pesquisa tem como objetivo o estudo detalhado de proveniência dos sedimentos Neopaleozoicos de amostras da Bacia do Paraná datadas pelo método U-Pb pela técnica SHRIMP e análises isotópicas de Hf de amostras datadas do vulcanismo Choiyoi. A amostras representativas da Bacia do Paraná coletadas nos Estados de MT, SP, PR, SC e RS e no Uruguai são pertencentes ao Grupo Guatá - Formação Rio Bonito; Grupo Passa Dois - Formações Irati e sua correspondente no Uruguai, a Formação Mangrullo, Formações Estrada Nova/Teresina e Rio do Rasto e sua correspondente no Uruguai, Formação Yaguari. Serão realizadas análises isotópicas de Hf em grãos de zircão selecionados de amostras datadas do vulcanismo Choiyoi representado pelas Formações Yacimiento Los Reyunos - Grupo Cochicó (seção inferior do Choiyoi), Cerro Carrizalito e Água de los Burros (seção superior do Choiyoi) e da Formação El Imperial, unidade sedimentar recoberta de forma discordante pela sucessão Choiyoi. O foco principal da pesquisa refere-se à verificação e caracterização isotópica dos grãos de zircão detríticos e/ou vulcanogênicos possivelmente provenientes do vulcanismo contemporâneo que ocorreu na margem ativa SW do Supercontinente Gondwana. Através da aplicação conjunta dos métodos U-Pb e Hf em zircão pela técnica LA-ICP-MS (*Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer*) será possível a melhor caracterização das possíveis áreas-fonte dos sedimentos, o que contribuirá ao entendimento da dinâmica e evolução tectônica da bacia. Como resultado, espera-se o refinamento do ambiente tectônico e paleogeografia, bem como comparações com dados de natureza semelhante de outras bacias Gondwânicas, principalmente no continente Sul-Americano e Africano.

**Palavras-chave:** Bacia do Paraná; Magmatismo Choiyoi; U-Pb e Hf em zircão – LA-ICP-MS.



---

# GEOPROCESSAMENTO NA ELABORAÇÃO DE MAPAS GEOLÓGICOS: DE PERFIS REGIONAIS A MAPAS DE DEMI-DETALHE – UM EXEMPLO NA SERRA GAÚCHA

*Marteleto, N.S., Janasi, V.A., Polo, L.A., Alves, A., Guimaraes, L.F.*  
Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A elaboração de mapas geológicos pode significar um desafio particular em situações de levantamento regional, principalmente em regiões pouco acessíveis em que as exposições estão restritas a cortes de estrada. A utilização do relevo e feições geomorfológicas para auxiliar a traçar os contatos, no entanto, não é novidade para geólogos e profissionais que utilizam imagens aéreas e ferramentas de sensoriamento remoto. Softwares de geoprocessamento de sistemas de informação geográfica (SIGs) têm apresentado uma grande evolução nos últimos anos e podem oferecer uma importante contribuição para análise geomorfológica e interpretação geológica. O mapa geológico de unidades vulcânicas na Serra Gaúcha, na região da cidade de Pouso Novo-RS, foi realizado através de perfis regionais em levantamentos de campo, com suporte de análises petrográficas e geoquímicas. No entanto, algumas unidades mostraram-se descontínuas em padrões de relevo observados. A partir de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission; NASA) foram elaborados mapas digitais de elevação (MDE), com classificação de altitudes e mapas de declividade. Dessa maneira, foram encontrados patamares bem marcados entre as ocorrências. A integração com mapas geológicos prévios também mostrou grande importância na determinação desses padrões. Interpretações de unidades, possíveis falhas e o mapa final foram feitos, por tanto, levando-se em consideração todos os elementos observados durante as etapas de campo e do geoprocessamento de feições geomorfológicas.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; Mapeamento geológico; Unidades vulcânicas; Província Magmática do Paraná.





---

# GEOMORFOSSÍTIOS DE PROCESSOS COSTEIROS DO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO: EXEMPLOS PARA O ENSINO DE GEOCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

*Mazzucato, E.<sup>1</sup>, Bacci, D.C.<sup>1</sup>, Souza, C.R.G.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto de Pesquisas Ambientais.

## RESUMO

O Patrimônio Geomorfológico é uma tipologia específica do Patrimônio Geológico e apresenta características particulares, tais como as dimensões dinâmica e estética e a imbricação de escalas, sendo representado por formas de relevo que apresentam valores científico, cultural, ecológico e estético. A presente pesquisa tem como objetivo realizar o inventário de geomorfossítios dominados por processos costeiros existentes no Litoral Norte de São Paulo (municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela), e avaliar as potencialidades educacionais dos mesmos. Esse tipo de geomorfossítio se apresenta em diversas escalas espaciais e sua gênese pode estar vinculada a uma dinâmica complexa de processos marinhos, costeiros e continentais, bem como tectônicos, que se sobrepõem ao longo do tempo na morfogênese e na morfodinâmica dos ambientes sedimentares quaternários a atuais. Portanto, as escalas de tempo em que esses processos atuam variam da microescala (segundos a dias) à megaescala (séculos a milênios). Em relação à atuação dos processos, esses geomorfossítios podem ser classificados em: i) ativos (processos morfogenéticos de origem em atividade), ii) passivos (processos de origem sessaram) e iii) passivos em evolução (feições passivas sendo remodeladas por processos ativos, diferentes daqueles que a originaram). É importante destacar ainda que, em sua maioria, esses geomorfossítios registram a dinâmica dos grandes eventos transgressivos-regressivos do nível relativo do mar e mudanças climáticas que ocorreram durante o Quaternário e, também, a elevação atual do nível do mar. Estes aspectos são importantes do ponto de vista educacional, pois ilustram a escala temporal de morfogênese das feições na área costeira, e registram a dinâmica inerente a cada ambiente. De acordo com o inventário em desenvolvimento, os geomorfossítios costeiros presentes no Litoral Norte são caracterizados através das seguintes feições: remanescentes de terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos (na planície costeira e próximo à praia), praias ou setores de praias com erosão crônica, terraços de abrasão marinha em costões rochosos; paleocas de ouriços e presença de vermetídeos fósseis nos costões rochosos, bermas praias, tómbolos, planícies de maré de linha de costa e *beachrock*. Deste modo, tais geomorfossítios reúnem uma série de tópicos associados ao ensino das Geociências e à Educação Ambiental, como, por exemplo: a dinâmica da escala temporal de gênese e evolução das feições; a dinâmica do sistema Terra, com interação de diferentes processos que se intercalam e se sobrepõem ao longo do tempo; o papel do ser humano como agente modelador da paisagem; as mudanças climáticas; as interações entre os organismos e o ambiente na formação de ecossistemas específicos, dentre outros.

**Palavras-chave:** Patrimônio Geomorfológico; Geoconservação; Geomorfologia Costeira; Litoral Norte de São Paulo.



---

# DAS MELT INCLUSIONS À MATRIX: AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO ENXOFRE NA PROVÍNCIA MAGMÁTICA PARANÁ

*Mello, J. V. T., Alves, A.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Os episódios vulcânicos associados às Grandes Províncias ígneas (LIPs), denominados de Continental Flood Basalts (CFBs), vem sendo correlacionados a estresses ambientais que causam desequilíbrio nos ciclos biogeoquímicos. Alguns desses episódios de vulcanismo foram capazes de transformar completamente o cenário biológico, promovendo extinções em massa. Para entender melhor a dinâmica entre grandes eventos vulcânicos e crises ambientais, este trabalho visa abordar a Província Magmática Paraná (PMP), cujo platô vulcânico recobre uma vasta área do continente da Sul Americano, localizada no topo da Bacia do Paraná. Esta província constitui o maior vulcanismo do Cretáceo, formado durante o Valanginiano Superior há aproximadamente 134 Ma. A PMP registra um dos maiores episódios vulcânicos do mundo, entretanto não se correlaciona com episódio de extinção em massa no registro fóssilífero. Essa evidência demonstra que o volume de lava não interfere de maneira drástica no cenário biológico, sendo este afetado, no entanto, pela rápida introdução de gases e metais tóxicos na superfície da Terra. Esta alteração na composição química da atmosfera provoca crises climáticas afetando diretamente os seres vivos. As grandes extinções parecem estar associadas a eventos de aquecimento global, entretanto este não é o caso da PMP, pois é contemporânea a um evento de resfriamento global acompanhado de anoxia oceânica. Entre os voláteis liberados em sistemas vulcânicos, o enxofre (S) forma os compostos gasosos que estão relacionados com o resfriamento da atmosfera e com o aumento de carga erosional nos oceanos (chuvas ácidas), portanto este parece ser o principal agente climático e ambiental envolvido no magmatismo da PMP. Devido à escassez e contraposições de propostas encontradas na literatura que discutem a relação da PMP com perturbações ambientais, este projeto pretende avaliar o comportamento de elementos voláteis nos magmas de alto Ti da PMP, com foco no enxofre. Para tanto, propõe-se dispor de ferramentas petrológicas e modelamentos termodinâmicos para estimar o conteúdo de enxofre introduzido na atmosfera, assim como seu comportamento durante o processo de desgaseificação. Deste modo este trabalho propõe avaliar o comportamento dos voláteis pela comparação entre os constituintes presentes entre duas situações extremas na história da desgaseificação: (a) assembleias cristalizadas em líquidos ainda saturados, aprisionados em inclusões sólidas (melt inclusions) parcialmente ou totalmente cristalizadas com (b) assembleias cristalizadas durante a fase final da desgaseificação, presentes na matriz. Propõe-se aplicar termobarometria e investigar oxibarômetros entre estes constituintes que registram as condições do magma em diversos momentos da sua história transcrustal. Esta abordagem permite quantificar os parâmetros termodinâmicos que impõem restrição ao sistema e governaram a evolução do magmatismo. Estes parâmetros termodinâmicos serão aplicados a modelos geoquímicos que descrevam o comportamento dos voláteis durante a evolução dos magmas da PMP.

**Palavras-chave:** Província Magmática Paraná; Comportamento de voláteis; Melt inclusion.



---

# INVENTÁRIO ESPELEOLÓGICO DO VALE DO RIBEIRA E METODOLOGIA DE QUALIFICAÇÃO DE CAVERNAS PARA USO EDUCATIVO

*Menin, D.S., Bacci, D.C.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Um dos principais pilares em estratégias de geoconservação é composto pelo levantamento e conhecimento do patrimônio natural de uma determinada região, o inventário. É com base nesta organização prévia de dados que são caracterizados os sítios existentes, bem como estabelecidas as principais ações relacionadas ao potencial de uso, conservação e promoção dos sítios inventariados. No meio espeleológico brasileiro - de estudo e documentação de cavernas - diferentes iniciativas neste sentido foram sendo desenvolvidas e testadas ao longo dos anos ao mesmo tempo em que este patrimônio também foi sendo revelado e marcos regulatórios publicados para sua proteção legal. A complexidade dos sistemas cársticos, por outro lado, têm dificultado seu processo de qualificação exigindo muitas vezes estudos mais aprofundados. Um exemplo destes estudos são os planos de manejo espeleológico, que representam, além da dependência de especialistas em diferentes áreas do conhecimento, altos investimentos e períodos de monitoramento até sua conclusão. Ao mesmo tempo, os mecanismos de qualificação mais utilizados para avaliação de geossítios parecem apresentar limitações para avaliação de cavernas uma vez que não se adaptam às particularidades do meio subterrâneo natural, aumentando ainda mais a subjetividade e inconsistência entre avaliações. Considerando os usos educativo e de comunicação espeleológica, este trabalho apresenta parte do projeto de pesquisa de doutorado que avaliou os mecanismos de qualificação aplicados em cavernas no Brasil fundamentando assim a necessidade de um método próprio para qualificação de cavernas para comunicação científica e educação. O trabalho apresentará como o método proposto foi desenvolvido e aplicado tendo como área de estudo o Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo, uma importante província espeleológica brasileira. De 652 cavernas cadastradas na região (Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE), o método qualificou 79 principais cavidades, que foram coletivamente avaliadas por diferentes atores que atuam sobre esse patrimônio. O painel apresentará os critérios de qualificação, seus pesos e os resultados obtidos em gráficos e *rankings*. Ao final, também apresentará uma tabela comparativa sobre o método proposto e outras iniciativas de inventário e qualificação de cavernas no país.

**Palavras-chave:** Espeleologia; Cavernas; Inventário; Geoconservação; Educação.



# APLICABILIDADE DE CURVA DOSE-RESPOSTA PADRÃO PARA DATAÇÃO OSL EM QUARTZO DE SEDIMENTOS BRASILEIROS

Mineli, T.D.<sup>1</sup>, Del Río, I.<sup>1</sup>, Porat, N.<sup>2</sup>, Sawakuchi, A.O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Geological Survey of Israel, Jerusalém, Israel.

## RESUMO

Determinar a dose de radiação absorvida, ou dose equivalente ( $D_e$ ), pelos grãos de quartzo é fundamental para cálculos de datação de sedimentos por luminescência opticamente estimulada (*Optically Stimulated Luminescence*, OSL). O estabelecimento de curva dose-resposta padrão (*Standardised Growth Curve*, SGC) foi proposto para facilitar e tornar mais rápida as medidas de doses equivalentes. Por meio de uma curva dose-resposta geral construída para um grupo de amostras de quartzo de comportamento semelhante, estima-se valores de dose equivalente sem a necessidade de se estabelecer curvas dose-resposta específicas para alíquotas únicas. Neste estudo, testamos o uso de SGC para determinar valores de dose equivalente em amostras de quartzo de sedimentos brasileiros. Para isto, foram utilizadas 27 amostras de sedimentos de diferentes contextos deposicionais com doses equivalentes obtidas por protocolo de dose regenerativa de alíquota única (*Single-aliquot regenerative dose*, SAR) entre 19 mGy e 80 Gy. SGCs foram determinadas utilizando sinais OSL de doses naturais e de doses regenerativas, ambos normalizados por sinais OSL de dose teste e multiplicados pelo valor de dose teste (em Gy). A partir de sinais OSL naturais corrigidos foram construídas SGCs por meio das funções exponencial (SGC-1), exponencial + linear (SGC-2) e linear ( $D_e < 1$  Gy, SGC-3). SGC obtida por sinais OSL regenerativos corrigidos foi ajustada pela função exponencial (SGC-4). As funções de ajuste apresentaram valores de  $R^2$  acima de 0,98. Para validar as SGCs obtidas, valores de  $D_e$  estimados via protocolo SAR de 25 amostras de sedimentos, sendo 7 amostras com  $D_e$  até 1 Gy (função linear), 13 amostras com  $D_e$  entre 1 e 60 Gy (função exponencial) e 5 amostras com  $D_e$  maior que 60 Gy (função exponencial + linear), foram comparados com valores de  $D_e$  calculados por SGCs. As razões médias entre as  $D_e$  estimadas via SGCs e via protocolo SAR foram  $1,05 \pm 0,02$  para SGC-1,  $0,83 \pm 0,09$  para SGC-2 (calculado apenas para  $D_e$ -SAR > 30 Gy),  $1,03 \pm 0,15$  para SGC-3 ( $D_e$ -SAR < 1 Gy) e  $1,01 \pm 0,01$  para SGC-4. Considerando as faixas de dose, os melhores resultados para doses menores que 1 Gy foram obtidos pela SGC-4 ( $1,01 \pm 0,01$ ), para doses entre 1 e 20 Gy e doses maiores que 20 Gy foram obtidos pela SGC-1 ( $1,00 \pm 0,06$  e  $1,03 \pm 0,05$ , respectivamente). Esses resultados indicam, portanto, que as  $D_e$  estimadas via SGCs com funções lineares e exponenciais são semelhantes às obtidas pelo protocolo SAR para doses até 60 Gy. Assim, o uso de SGC representa uma alternativa confiável e vantajosa para datação OSL em quartzo de sedimentos brasileiros, de forma que permite a datação de mais amostras em um dado tempo e com possível redução dos custos da datação OSL.

**Palavras-chave:** OSL; Curva dose-resposta padrão; Datação; Quartzo.



---

# ESTUDO DE *PIPING*: APLICAÇÃO DE ELETRORRESISTIVIDADE E CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO

Moraes, C.C.M.<sup>1,2</sup>, Pizzato, P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup> Serviço Geológico do Brasil – CPRM;

## RESUMO

No município de Brotas-SP, a jusante do bairro Jardim Modelo, existem pontos afetados por colapsos e abatimentos de solo, onde feições erosivas são vistas, geralmente de formato circular. Os abatimentos ocorrem nas proximidades da cabeceira do córrego Santa Maria, onde afloram os arenitos e existem abatimentos de colapso total, expondo processos erosivos (fendas e cavernas) no interior da Formação Botucatu e parciais, onde apenas o desnível no solo é verificado; existem também processos erosivos maiores tipo voçoroca. Estes processos erosivos se iniciam como *piping*, processo erosivo interno que segue de jusante para montante por caminhos preferenciais como contatos, porções mais friáveis do solo, descontinuidades, juntas de estratificação. O processo erosivo se inicia num ponto de surgência da água e progride regressivamente carreando os grãos de solo em um filete de água que arrastam os grãos que vão sendo transportados pelos caminhos abertos pela própria erosão num formato tubular. É uma retroerosão subterrânea, que tem como resultado um tubo com água fluindo livremente no canal criado, transportando sedimentos. O processo de *piping* representa um risco geológico frequentemente subestimado, principalmente devido à sua natureza muito localizada. De fato, ele ocorre apenas em circunstâncias particulares e geralmente afetam áreas relativamente pequenas, mas também é sabido que as feições erosivas podem evoluir para uma voçoroca e atingir grandes dimensões. Como é um processo de erosão interna, existe uma grande dificuldade em prever a localização e o momento exato dos colapsos e abertura de frentes de erosão, o que cria sérios problemas para os planejadores urbanos. Esse trabalho versa sobre processos erosivos causados pela água subterrânea em uma cabeceira de drenagem, onde a água é um agente importante no transporte das partículas. Compreender os processos erosivos, suas ramificações em subsuperfície e os agentes que intensificam ou retardam o avanço das erosões é muito importante para nortear o processo de uso e ocupação dos solos nas áreas urbanas e vetores de expansão dos municípios. Com o uso de métodos geofísicos foi possível obter dados subsuperficiais para um melhor diagnóstico destes processos erosivos, compreender a evolução de erosões internas, assim como o fenômeno de *piping*.

**Palavras-chave:** Erosão interna; Geologia Urbana; *Piping*; Geofísica.



---

# PROCESSOS DE DISSOLUÇÃO-REPRECIPITAÇÃO EM ZIRCÃO E IMPLICAÇÕES PARA O *TIMING* DA MINERALIZAÇÃO DE CU-AU NO DEPÓSITO IOCG AQW2, NA REGIÃO DO AQUIRI, PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS

*Moreira, G.C., Monteiro, L.V.S.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A Província Carajás, localizada no Cráton Amazônico, representa uma das áreas metalogenéticas mais importantes do planeta por apresentar a maior quantidade conhecida de depósitos cupro-auríferos de classe mundial com características semelhantes às dos depósitos de óxido de ferro-cobre-ouro. Sabe-se que a formação de depósitos IOCG vincula-se a importantes eventos tectono-termais regionais, a estruturas translitosféricas, a expressivos eventos magmáticos conectados com a fusão do manto litosférico subcontinental metassomatizado e ao fluxo regional de fluidos hidrotermais. Assim, a evolução tectônica e magmática foi crítica para a herança e especialização metalogenética da Província Carajás, mas a compreensão do papel desses processos requer informações precisas sobre a idade dos eventos mineralizantes. Embora os estudos geocronológicos realizados em escala de depósito apontem para a sobreposição de ao menos quatro eventos hidrotermais (ca. 2,70 Ga; ca. 2,57 Ga; ca. 2,05 Ga; ca. 1,88 Ga), o significado de cada evento para a formação das maiores reservas minerais ainda precisa ser melhor compreendido. Dessa forma, esse estudo tem como foco o depósito IOCG AQW2 localizado na região do Aquiri, na porção mais a oeste da Província Carajás. Essa região representa uma fronteira para a pesquisa mineral, sobre a qual os conhecimentos são ainda muito incipientes. O estudo visa ao reconhecimento das relações paragenéticas dos minerais de minério e os datáveis pelo método U-Pb (e.g., zircão, monazita, allanita, titanita) do depósito IOCG AQW2, à caracterização de processos de difusão-reação e dissolução-reprecipitação em zircão a partir de evidências texturais e químicas e à determinação do *timing* das mineralizações. Processos de difusão-reação e dissolução-reprecipitação em zircão podem resultar em *resetting* parcial ou total do sistema U-Pb e, conseqüentemente, em idades com significados distintos, que devem ser interpretadas corretamente. Nesse sentido, esse projeto poderá fornecer importantes subsídios para a determinação do *timing* das mineralizações na região do Aquiri, além do fato de que os resultados poderão ser correlacionados aos demais depósitos IOCG que ocorrem na parte leste de Carajás e, por conseguinte, expandir o conhecimento geológico no setor de exploração mineral.

**Palavras-chave:** Metalogenia; Alteração hidrotermal; Isótopos; IOCG; Província Carajás.





---

# ORIGEM BIOGÊNICA DE ÁCIDO SULFÚRICO E SUA AÇÃO CORROSIVA NA ESPELEOGÊNESE NO CARSTE DA BACIA DE IRECÊ, GRUPO UNA

Morita, T.D.M.<sup>1</sup>, Karmann, I.<sup>1</sup>, Romano, R.G.<sup>2</sup>, Godinho, L.P.S.<sup>1</sup>, Pellizari, V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup> Instituto Oceanográfico/USP.

## RESUMO

Nas últimas décadas, diversas pesquisas buscaram compreender a espeleogênese e o desenvolvimento de sistemas cársticos sob a ação do ácido sulfúrico. No Brasil, essas pesquisas ainda são restritas a poucas regiões, sendo as cavernas da Bacia de Irecê (BA) uma delas. Essas cavernas são hospedadas pelos calcários neoproterozoicos da Formação Salitre, pertencente ao Grupo Una e, segundo a literatura, houve participação predominante de ácido sulfúrico nos estágios iniciais da espeleogênese. Apesar da hipótese da origem do agente corrosivo ser produto do metabolismo microbiano, a mesma ainda necessita ser comprovada. Para isso, estratégias adequadas de coleta e análise do microbioma do carste, através do sequenciamento de última geração, devem ser realizadas. Visando contribuir com esse conhecimento, coletas de águas de poços tubulares e afloramento de águas em caverna na Bacia de Irecê foram realizadas. Parâmetros físico-químicos das águas foram determinados em campo, e os teores de cátions e ânions obtidos por ICP-MS. Para a caracterização da estrutura da comunidade microbiana foram coletados e filtrados 15 litros de água em filtros *Sterivex* de 0,22 $\mu$ m, preservados em *RNA Later* e mantidos a temperatura inferior a -20 °C durante o transporte ao laboratório. O material genômico foi extraído dos filtros a partir de kits de extração e o DNA total será sequenciado e analisado através da técnica de metagenoma. Identificou-se uma grande variação nos teores de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> com valores entre 2,1 a 1542,1 mg/L. Dentre as 18 amostras de água obtidas no carste, 7 apresentam maior relevância ao ânion sulfato em relação ao HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, sugerindo que no processo de dissolução da rocha carbonática o agente corrosivo principal pode ser o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, cujo produto de dissociação é o sulfato, enquanto o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> é produto da dissolução por H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Estes pontos também tendem a apresentar maiores concentrações de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> (principais produtos catiônicos da dissolução de CaCO<sub>3</sub>), além de maiores índices de insaturação em calcita e menores valores de pH. Pretende-se caracterizar a hidroquímica do aquífero cárstico; identificar fontes de enxofre do sistema e suas composições isotópicas ( $\delta^{34}\text{S}$ ); caracterizar o microbioma da água subterrânea e identificar o metabolismo do ciclo do enxofre; inferir a produção biogênica do ácido sulfúrico como agente corrosivo no sistema cárstico da Bacia de Irecê e, por fim, contribuir com o modelo de iniciação freática da rede de condutos do aquífero cárstico local. As coletas em cavernas detêm autorização do ICMBio nº 76989-1 e a pesquisa conta com o apoio financeiro do ICMBio-CECAV/Ferro Puro por meio do TCCE 01/2020.

**Palavras-chave:** Espeleogênese; Geomicrobiologia; Ácido Sulfúrico; Hipogênese; Geoespeleologia.





---

## LUMINESCENCE DATING OF QUARTZ FROM IRONSTONES OF THE XINGU RIVER, EASTERN AMAZONIA

*Niyonzima, P.<sup>1</sup>, Sawakuchi, A. O.<sup>1</sup>, Bertassoli Jr., D. J.<sup>2</sup>, Pupim, F. N.<sup>3</sup>,  
Porat, N.<sup>4</sup>, Freire, M. P.<sup>1</sup>, Góes, A. M.<sup>1</sup>, Rodrigues, F. C. G.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, <sup>2</sup>Escola de Artes Ciências e Humanidade; <sup>3</sup>Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ciências Ambientais; <sup>4</sup>Geological Survey of Israel, 32 Yeshayahu Leibowitz St., Jerusalem 9691200, Israel.

### ABSTRACT

Here we report the first investigation into the potential of quartz luminescence dating to establish formation ages of ferruginous duricrust deposits (ironstones) of the Xingu River in Eastern Amazonia, Brazil. The studied ironstones comprise sand and gravel cemented by goethite (FeO(OH)), occurring as sandstones and conglomerates in the riverbed of the Xingu River, a major tributary of the Amazon River. So far, the Xingu ironstones have uncertain formation ages and their sedimentary origin is still poorly understood. In this way, seven samples of ironstones distributed along the lower Xingu River were collected for optically stimulated luminescence (OSL) dating of their detrital quartz sand grains. The luminescence ages of the sand-sized quartz grains extracted from the ironstones were obtained from medium (100–300 grains) and small (10–20 grains) aliquots using the single aliquot regenerative-dose (SAR) protocol. Equivalent doses ( $D_e$ ) distributions have varied overdispersion (OD) both for medium size aliquots (OD = 19-58%) and small size aliquots (OD = 29-76%). Samples with high overdispersion (> 40%) are attributed to mixing of grains trapped in different time periods by goethite cementation and/or to beta radiation dose heterogeneities to which the samples have been exposed during burial. Water saturated dose rates (dry sample dose rate) range from  $2.70 \pm 0.21$  ( $2.79 \pm 0.22$ ) Gy/ka to  $12.34 \pm 0.97$  ( $13.26 \pm 1.12$ ) Gy/ka, which are relatively high when compared to values reported for Brazilian sandy sediments elsewhere (~ 1 Gy/ka). The relatively high dose rates are attributed to the high concentration of U and Th in the goethite matrix. We observed the Th/U values greater than 4.0 that might indicate intense weathering in source areas or sedimentary recycling i.e., derivation from old sedimentary rocks. The obtained OSL ages for water saturated (dry) samples ranged from  $3.4 \pm 0.3$  ( $3.2 \pm 0.3$ ) ka to  $47.6 \pm 4.8$  ( $45.8 \pm 4.7$ ) ka, using  $D_e$  determined from medium size aliquots and dose response curves fitted by a single-exponential function. These late Pleistocene to Holocene ages suggest that ironstones of the Xingu River result from an active surface geochemical system able to precipitate goethite and cement fluvial sediments under transport. Our results also expand the application of luminescence dating to different sedimentary deposits.

**Keywords:** Fluvial sediments; Optically stimulated luminescence; Dosimetry; Geochronology.



---

# COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CLORITA E MUSCOVITA HIDROTERMAIS DA OCORRÊNCIA CUPRO-AURÍFERA DO ALVO-47, PROVÍNCIA DE ALTA FLORESTA (MT)

*Oliveira, E.F., Assis, R.R.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A Província Aurífera de Alta Floresta (PAAF) encontra-se inserida a sul do Cráton Amazônico, integrada por rochas graníticas, vulcânicas e vulcanossedimentares de idade paleoproterozoica (2,0 – 1,77Ga), formadas a partir de magmatismo granítico em ambiente de arco continental, do tipo cálcio-alcálico a alcalino. A colocação de granitoides cálcio-alcálicos pós-orogênicos com idades de 1,78 – 1,77 Ga instalam um sistema magmático-hidrotermal que favorece a formação de ocorrências auríferas, apresentando associações de Au-Cu-Mo ± metais base, em diferentes estilos e paragêneses. Assim, as mineralizações de Au normalmente ocorrem como disseminada em granitos de forma similar ao tipo pórfiro, de forma disseminada a venular e em veios metálicos que se relacionam ao estilo epitermal, e como ocorrências filonares em falhas e zonas de cisalhamento de sistema mineralizante desconhecido. Nesse contexto, associações minerais cupro-aurífera foram recentemente descritas em ocorrências disseminadas e como veios em granitos e pórfiros, representando uma nova categoria da PAAF e estudos de química mineral *in situ* podem fornecer uma maior compreensão da evolução genética dessa paragênese. Isto posto, este trabalho terá o objetivo de determinar as condições de pressão e temperatura de formação da ocorrência cupro-aurífera do Alvo-47, a partir da caracterização química de minerais tipicamente hidrotermais, a clorita (geotermometria) e a mica branca (geobarometria), presentes nos halos de alteração propilítica e muscovítica das rochas do depósito alvo. Para isso, serão realizadas análises de microsonda eletrônica (ME), a fim de determinar a química mineral das fases minerais selecionadas para estudo geotermobarométrico. Durante o processo de seleção de cristais para a ME, será possível identificar diferentes texturas, a variação da composição e classificação desses filossilicatos. Além disso, com os dados obtidos será possível realizar uma comparação do Alvo-47 com demais depósitos de ocorrências auríferas disseminadas, com o objetivo de integrar e correlacionar as informações de composição química e estimativas de P-T das fases minerais selecionadas.

**Palavras-chave:** Província Aurífera de Alta Floresta; Química mineral; Geotermobarometria.



---

# ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI/MS

Oliveira, S.C.<sup>1</sup>, Brito, R. C.<sup>2</sup>, Pupim, F.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Universidade Federal de São Paulo.

## RESUMO

A estimativa da concentração de sedimentos em suspensão (CSS) por sensoriamento remoto é uma ferramenta valiosa, pois auxilia o monitoramento sistemático em grandes bacias hidrográficas e fornece informações sobre as variações de CSS e seus propulsores, como por exemplo, atividades de mineração e desmatamento. Portanto, este trabalho apresenta um modelo estatístico para a estimativa da CSS na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari/MS, a partir da integração de dados coletados *in situ* de estações hidrológicas e dados de sensoriamento remoto ao longo de uma série histórica. O método utilizado foi baseado nos trabalhos de [Montanher et al. \(2014\)](#), [Cremon et al. \(2019\)](#) e [Dethier et al. \(2020\)](#), partindo da premissa de que a reflectância espectral varia em função da CSS, ou seja, à medida que aumenta a CSS na água há um aumento do retroespalhamento da radiação eletromagnética (REM), e conseqüentemente um aumento da reflectância do corpo d'água. Inicialmente, os dados de CSS *in situ* foram obtidos nas bases de dados da Agência Nacional das Águas (ANA) e o conjunto de dados geoespaciais do Sistema Landsat 5 e 7 (*Tier 1 Surface Reflectance*) adquiridos a partir da plataforma Google Earth Engine (2019). Em seguida, realizou-se uma filtragem dos valores dos *pixels* afim de evitar amostragem com valores de reflectância que não correspondessem às mudanças dos sedimentos na superfície d'água, como por exemplo, nuvens e sombras de nuvens. Após a coleta dos dados *in situ* e orbitais foi feita a calibração dos dados no programa RStudio. Para a construção do modelo as medidas de reflectância espectrais da água devem ser quase simultâneas às medidas de CSS em estações fluviométricas da ANA, deste modo, foram escolhidas imagens que coincidissem dentro de um intervalo de 8 dias com a data da coleta de CSS. A análise de regressão múltipla foi o método utilizado para expressar a relação entre a REM refletida e a CSS, na qual permite que a variável dependente (CSS) possa ser estimada em função de uma ou mais variáveis independentes, neste caso bandas espectrais e taxas de bandas. Assim, os dados obtidos *in situ* e as imagens de satélites possibilitaram estimar a distribuição da carga sedimentar em suspensão do Rio Taquari no período de 1985 a 2019, resultando em uma maior distribuição de amostragem temporal e espacial de forma rápida, com baixo custo e logística simples. Contudo, a melhoria contínua do modelo depende do aumento da disponibilidade de medições *in situ* e estudos futuros podem fornecer uma melhor análise da variação espaço-temporal do transporte de sedimentos ao longo do Rio Taquari.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto; LANDSAT; Google Earth Engine.



---

# ESTUDOS MAGNÉTICOS NO BLOCO SERRINHA: IMPLICAÇÕES TECTÔNICAS NA FORMAÇÃO DO PALEOCONTINENTE SÃO FRANCISCO-CONGO (2.160 – 2.080 Ma)

*Patroni, O.A.L.<sup>1</sup>, Raposo, M.I.B.<sup>1</sup>, D'Agrella Filho, M.S.<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/USP.

## RESUMO

Crátons e cinturões orogênicos pré-cambrianos são de importância fundamental no entendimento da formação e ruptura de continentes, assim como no crescimento de crosta continental. O Bloco Serrinha, localizado no Estado da Bahia (BA), representa um fragmento crustal Arqueano resultante da colisão com outros blocos cratônicos do Brasil e da África ao longo do cinturão Paleoproterozoico Curaçá-Salvador-Itabuna e que deram origem ao paleocontinente São Francisco - Congo. A sucessão lito-estratigráfica do Bloco Serrinha é composta por rochas gnáissica-migmatíticas de médio a alto grau metamórfico e plutons cálcio-alcálicos do tipo Tonalito-Trondhjemitó-Granodiorito, TTG. Os corpos graníticos do Bloco Serrinha foram classificados em três grupos; o primeiro grupo corresponde a corpos deformados de direção N-S e idades Arqueanas no intervalo 3.200 – 2.900 Ma. O segundo grupo é composto por um conjunto de 8 corpos com idades no período de 2.160 – 2.130 Ma, sendo formado pelos corpos: Eficéas (2.163 Ma), Lagoa dos Bois (2.164 Ma), Cipô (2.164 Ma), Nordestina (2.155 Ma), Quijingue (2.155 Ma), Trilhada (2.155 Ma), Teofilândia (2.130 Ma), Barrocas (2.128 Ma). O terceiro grupo corresponde a granitos não deformados composto por 8 plutons sin- a pós-tectônicos à colisão do Bloco Serrinha, datados entre 2.110 e 2.080 Ma. Formam parte deste grupo os seguintes corpos: Euclides (2.097 Ma), Cansanção (2.105 Ma), Morro do Afonso (2.111 Ma), Serra do Pintado (2.098 Ma), Agulhas-Bananas (2.086 Ma), Araras, Morro do Lopes e Itareru (2.109 Ma). Na parte oeste do Bloco Serrinha são encontrados corpos de sienitos de idades posteriores aos ciclos vulcano-plutônicos e à deformação principal. O sienito Itiúba, datado em  $2.095 \pm 5$  M (Pb-Pb em zircão),  $2.084 \pm 9$  Ma e  $2.080 \pm 6$  Ma, encontra-se localizado no cinturão Curaçá-Salvador. Este corpo possui deformação nas bordas, mas aparentemente não existem deformações no centro do mesmo, o que gera inconsistência entre a época de intrusão do corpo (2.084 Ma) e o metamorfismo em alto grau (2.085-2.080 Ma) que atingiu o cinturão Curaçá-Salvador-Itabuna. Se o sienito Itabuna não foi afetado pelo metamorfismo é porque o alojamento deste sienito é tardio (posterior) ao metamorfismo granulítico ou devido à ausência de desidratação de sua mineralogia para formar fácies granulito. O objetivo deste projeto é realizar estudos paleomagnéticos e de anisotropias de suscetibilidade magnética (ASM) dos corpos Eficéas, Lagoa dos Bois, Cipô, Nordestina, Quijingue, Trilhada, Teofilândia, Barrocas, Euclides, Cansanção, Morro do Afonso, Serra do Pintado, Agulhas-Bananas, Araras, Morro do Lopes e Itareru, pertencentes aos grupos 2 e 3, os quais permitirão determinar (i) o modo de colocação dos granitos, mediante as tramas magnéticas obtidas pelas medidas de ASM e (ii) a curva de deriva polar do Bloco Serrinha entre 2.160 e 2.080 Ma, o que possibilitará efetuar a comparação com dados paleomagnéticos de mesma idade obtidos para outros blocos tectônicos, permitindo, assim, investigar a formação do paleocontinente São Francisco-Congo.

**Palavras-chave:** Bloco Serrinha; Cráton São Francisco-Congo; Paleomagnetismo; Anisotropias Magnéticas.



---

# TAFONOMIA DE ALTA RESOLUÇÃO DOS BIOCLASTOS, FORMAÇÃO TAMENGO (EDIACARANO), GRUPO CORUMBÁ, BRASIL

*Pereira, L.G., Leme, J.M.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

O Ediacarano registrou uma sucessão de eventos que resultaram na irradiação adaptativa de comunidades ecológicas juntamente com o escalonamento da complexidade de formas de vida. Esses eventos envolveram mudanças paleogeográficas, geoquímicas e dinâmicas dos oceanos, e conseqüentemente no surgimento dos primeiros metazoários com capacidade de performar esqueletogênese. Por sua vez, esses organismos (e.g. *Cloudina lucianoi*, *Corumbella weneri*, *Paraconularia* sp.) deixaram partes duras registradas em estratos de uma rampa carbonática e siliciclástica da Formação Tamengo, Grupo Corumbá, aflorantes na faixa Paraguai Sul. A Formação Tamengo foi extensamente investigada em aspectos cronoestratigráficos, estratigráficos e taxonômicos. No entanto, estudos tafonômicos de alta resolução ainda carecem na literatura, sendo o foco desse projeto de doutoramento. Para preencher essa lacuna, estudos tafonômicos e petrográficos de imageamento 2D e 3D com estereomicroscópio OLYMPUS DSX e MEV-EDS de seções delgadas e amostras de mão dos bioclastos, bem como tratamento estatístico multivariado, serão empregados. Além disso, espectroscopia Raman e mapeamento com microsonda eletrônica (EPMA) darão complemento ao estudo de seções delgadas extraídas da área de pesquisa. A reunião desta metodologia multivariada irá proporcionar a confecção de um modelo tafonômico-deposicional que irá complementar estudos estratigráficos e taxonômicos já realizados na Formação Tamengo, e deste modo, disponibilizando uma ferramenta suplementar na compreensão da paleoecologia e do paleoambiente durante o Ediacarano na porção sul do Gondwana na América do Sul. Além disso, a tafonomia de alta resolução contribuirá para a compreensão dos vieses tafonômicos operantes em um paleoambiente no Ediacarano. Deste modo, um modelo tafonômico-deposicional pode também ser utilizado para outras assembleias fossilíferas de idade similar.

**Palavras-chave:** *Cloudina lucianoi*; *Corumbella weneri*; Ediacarano; Formação Tamengo; Tafonomia.



---

# POSSIBILIDADES E RESTRIÇÕES DO MAPA ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE: EXEMPLO DA BAIXADA SANTISTA, SP

*Queiroz, D.S., Garcia, M.G.M.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências – GeoHereditas.

## RESUMO

A geodiversidade compreende os elementos abióticos da natureza, bem como os processos que os geraram, e pode ser analisada por métodos qualitativos ou quantitativos. Os métodos qualitativos apresentam a descrição dos elementos da geodiversidade em uma determinada área e os métodos quantitativos representam a variedade e frequência de ocorrência dos elementos. O mapa índice é um método quantitativo que, por meio de composição de mapas, gera índices que indicam a concentração de elementos da geodiversidade. Essa metodologia permite uma visão holística da área de estudo e tem sido aplicada a diferentes escalas de análises. Assim, o objetivo desse trabalho é discutir as possibilidades e restrições do mapa índice de geodiversidade da Baixada Santista, litoral de São Paulo. O mapa produzido foi criado a partir da composição das cartas do meio físico que resultaram em quatro subíndices (geológico, geomorfológico, pedológico e recursos minerais). Posteriormente, estes resultados foram interpolados no software *ArcGIS* para gerar os índices de geodiversidade. Após essa etapa, foram estabelecidos cinco índices: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. As áreas de menor índice concentram-se ao longo da linha de costa e na parte oeste. Os valores médios se distribuem pela parte central da área de estudo e os índices alto e muito alto estão alinhados na direção NE-SW, com concentração na parte central superior do mapa. Os maiores valores encontrados na região ocorrem devido à elevada quantidade de elementos provenientes dos subíndices Geologia, Geomorfologia e Recursos Minerais. O mapa índice mostrou-se uma importante ferramenta para análise da geodiversidade, pois apresenta a distribuição dos componentes do meio físico de forma visual e rápida, gerando discussões sobre as áreas em que se concentram os elementos do meio físico. O estabelecimento dos subíndices é importante para indicar quais aspectos da região são determinantes na composição dos elementos da geodiversidade da área analisada. Com esse mapa, também, é possível auxiliar os pesquisadores a selecionar, remotamente, áreas prioritárias para direcionar ações e para a realização de trabalhos de campo. Entretanto para a confecção do mapa índice de geodiversidade é necessário o uso de cartas do meio físico com escala adequada, fator que pode dificultar sua elaboração em áreas sem mapeamento de detalhe. Apesar de ser uma metodologia conhecida entre os geocientistas, o mapa índice pode gerar dificuldades na comunicação com os tomadores de decisões, que necessitarão de especialistas para explicar essa nova abordagem. Na Baixada Santista o mapa índice de geodiversidade se mostrou eficaz, pois gerou índices que foram utilizados para definir áreas potenciais para a otimização de trabalhos de campo e selecionar áreas prioritárias para avaliação dos serviços ecossistêmicos providos pela geodiversidade.

**Palavras-chave:** Análise espacial; Baixada Santista; Geodiversidade; Mapa índice.



---

## O PAPEL DO GRÃO DE PÓLEN NO COMBATE AO TRÁFICO DE COCAÍNA NO PORTO DE SANTOS

*Ramos, C.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

### RESUMO

O Porto de Santos é o maior e mais importante porto da América Latina. Sua localização e atividade intensa, o torna um ponto estratégico para o tráfico internacional de cocaína, vindo dos principais países produtores na América do Sul, como Colômbia, Bolívia, Peru e Paraguai, em direção à Europa, África e América do Norte. Após a produção, a cocaína passa, entre outros trajetos, pela denominada "Rota Caipira", por localidades interioranas em estados como Acre, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins e Goiás, seguindo normalmente para as cidades do interior de São Paulo e de Minas Gerais, antes de ser embarcada no porto. Para a investigação da Polícia Federal, que é responsável pela apreensão e combate ao tráfico internacional de drogas, é necessário determinar as áreas produtoras dessa droga e as rotas de tráfico dentro do território brasileiro. Com o objetivo de auxiliar o trabalho da Polícia, foi proposto o emprego de técnicas palinológicas na determinação dos sinais impregnados na droga apreendida e suas embalagens, para fins da geolocalização da origem e rotas de tráfico dessa droga até sua chegada ao Porto de Santos. Além disso, o emprego de técnicas estatísticas de geolocalização a partir do conteúdo palinológico em amostras de cocaína apreendidas no Porto e dos sedimentos removidos de suas embalagens, pode servir de base para bancos de dados úteis para o emprego de análises comparativas em outros portos brasileiros.

**Palavras-chave:** Palinologia Forense; Tráfico de drogas; Geolocalização; Diatomáceas; Cocaína.





---

## FOTOSSÍNTESE ANOXIGÊNICA E SUAS IMPLICAÇÕES NA DEPOSIÇÃO DE FORMAÇÕES FERRÍFERAS EM CARAJÁS, BRASIL

*Rego, E.S.<sup>1,2,3,\*</sup>, Busigny, V.<sup>2</sup>, Lalonde, S.V.<sup>4</sup>, Philippot, P.<sup>2,3,5</sup>, Bouyon, A.<sup>3</sup>, Rossignol, C.<sup>2,5</sup>, Babinski, M.<sup>1</sup>, Zapparoli, A.C.<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. <sup>2</sup>Université de Paris, Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France.

<sup>3</sup>Université de Montpellier, Géosciences Montpellier, Université des Antilles, Montpellier, France.

<sup>4</sup>Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer, Plouzané, France.

<sup>5</sup>Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Departamento de Geofísica. <sup>6</sup>Vale S.A.

### RESUMO

A atividade microbiana é frequentemente sugerida como uma contribuinte direta ou indireta para a precipitação de rochas sedimentares químicas, como as formações ferríferas (FFs) pré-cambrianas. A determinação de uma via metabólica específica responsável pela sua deposição permanece um desafio, devido à falta de evidências nas condições iniciais e às reações redox induzidas por tais bactérias envolvidas na formação de óxidos de ferro. Assim, há um constante debate em curso sobre o papel da fotoferrotrofia, que é o processo pelo qual o carbono inorgânico é fixado na matéria orgânica usando a luz como fonte de energia e o Fe (II) como doador de elétrons, contribuindo na deposição de FFs. Neste trabalho foram estudadas FFs e carbonatos associados de ~2,74 Ga da Província Mineral de Carajás, Brasil, para reconstruir as condições redox e inferir o mecanismo de oxidação que permitiu a formação de um dos maiores depósitos de ferro do mundo. Esses carbonatos são potencialmente um dos mais antigos já registrados na Plataforma Sul Americana e de extrema importância para estudos visando a caracterização de paleoambientes e suas condições redox. A ausência de anomalias de cério (Ce) revela que as condições eram predominantemente anóxicas durante a deposição das FFs, enquanto anomalias positivas de európio (Eu) indicam que o Fe foi fornecido por uma intensa atividade hidrotermal. Um sinal positivo e homogêneo nos isotópos de Fe (de ~1.5 per mil) no espaço e no tempo nas FFs (Serra Sul e Serra Norte) indicam uma oxidação parcial do Fe (II) que, combinado com a presença de matéria orgânica com baixos valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , aponta para a presença de um metabolismo fotoautotrófico. Os resultados obtidos defendem as condições redutoras durante a deposição das FFs e sugerem a fotossíntese anoxigênica como o mecanismo mais plausível responsável pela oxidação do Fe na Bacia de Carajás.

**Palavras-chave:** fotossíntese anoxigênica; Isótopos de Fe; Neoarqueano.



---

# POPULAÇÕES INDÍGENAS E MEIO AMBIENTE NA AMAZÔNIA ANTIGA: UMA ABORDAGEM PALEOAMBIENTAL

*Reis, L.S., Oliveira, P.E.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, GSA – Laboratório de Micropaleontologia.

## RESUMO

Após a década de 1990, com o aumento das evidências científicas da ampla interferência humana nas paisagens amazônicas, um novo paradigma foi desenvolvido para a Amazônia. Antes vista como um ecossistema puro e intocado, a Amazônia é atualmente considerada o lar de antigos processos urbanos, atividades culturais, entre as quais se destacam uma longa história de domesticação de plantas em sincronia com alterações significativas da paisagem, especialmente desde meados do Holoceno<sup>1</sup>. Dados arqueobotânicos e genéticos mostram que as intervenções culturais na paisagem foram tais que a região se tornou um centro independente de domesticação de plantas nativas<sup>2,3</sup>, como mandioca (*Manihot esculenta*), pupunha (*Bactrisgasipaes*), cocoyam (taioba) (*Xanthosoma* spp.), amendoim (*Arachishypogaea* L.), pimenta (*Capsicum* sp.), abóbora (*Cucurbita*), possivelmente urucum (*Bixaorellana*) e graviola (biribá) (*Annona mucosa*), entre outras<sup>4</sup>. Tendo isto em vista, o presente estudo visa testar hipóteses extremamente relevante sobre a ocupação humana na Amazônia Antiga, como a manipulação de recursos vegetais (plantas alimentícias e medicinais) para o sustento de áreas urbanas cercadas por atividades agroflorestais. Para isso, análises palinológica, de macro-fragmentos de carvão, geoquímica e datação C-14 serão realizadas em um testemunho sedimentar coletado nas proximidades do Sítio Arqueológico Monte Castelo, sudoeste da Amazônia. Nosso objetivo principal é reconstruir a vegetação, o uso da terra e a história de incêndios antropogênicos do Holoceno Tardio, além de obter uma compreensão abrangente do quanto as mudanças na vegetação foram causadas por fatores antropogênicos e/ou climáticos durante os períodos de ocupação na bacia dos formadores do Rio Madeira.

**Palavras-chave:** Amazônia; Paleoecologia; Domesticação de plantas.

---

<sup>1</sup> Levis, C. et al. (2018). How people domesticated Amazonian forests. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5, 1-21.

<sup>2</sup> Piperno, D.R. (2011). The origins of plant cultivation and domestication in the New World tropics: Patterns, process, and new developments. *Curr. Anthropol.* 52, S453-S470.

<sup>3</sup> Clement, C.R. et al. (2016). Crop domestication in the upper Madeira River basin. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 11, 193-205.

<sup>4</sup> Furquim, L.P. et al. (2021). Facing Change through Diversity: Resilience and Diversification of Plant Management Strategies during the Mid to Late Holocene Transition at the Monte Castelo Shellmound, SW Amazonia. *Quaternary* 8, 1-26.



---

# REOLOGIA DA CROSTA CONTINENTAL E A ESPESSURA CUMULATIVA DO CISALHAMENTO TRANSCORRENTE DE SENADOR POMPEU, DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL, PROVÍNCIA BORBOREMA

*Rodrigues, C.L.Á., Archanjo, C.J.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Zonas de cisalhamento acomodam o movimento relativo da crosta continental e localizam a deformação em faixas miloníticas (semi) contínuas com largura variável. A estratificação reológica, cinemática e evolução destas estruturas são amplamente estudadas, mas ainda não permitem prever o volume de rocha que precisa ser deformado para acomodar variáveis taxas de rejeito. Com o estudo sistemático da zona de cisalhamento Senador Pompeu da Província Borborema propomos que leis de fluxo interpretadas de mecanismos de deformação podem ser utilizadas para determinar o perfil de resistência e a espessura da zona de cisalhamento. Análises microestruturais (ótica e EBSD) foram realizadas em milonitos para interpretação de mecanismos de deformação, textura cristalográfica, e tensão de fluxo. Foi utilizado o paleopiezômetro de tamanho de grãos recristalizados de quartzo. Geobarometria por Al-em-hornblenda foi aplicada aos granitos sin-cinemáticos para determinar profundidade de deformação. De sudoeste para nordeste, a zona de cisalhamento Senador Pompeu exibe um aumento sistemático de temperatura de deformação e largura (de c. 2 km para até 30 km), e um zonamento de mecanismos de deformação. É possível estabelecer uma equivalência entre as tensões de fluxo e os limites previstos por um perfil de resistência da crosta construído a partir das projeções normais dos granitos e suas profundidades obtidas por geobarômetros. A zona de alta resistência na transição fricção-viscoplasticidade coincide com tensões de fluxo de até 200 MPa e com o limite de ocorrência de pseudotaquilitos e cataclasitos no segmento médio da zona de cisalhamento. A simulação da espessura é consistente com a largura medida a partir de mapeamento de detalhe da faixa milonítica, indicando o predomínio de fluxo de discordância assistido por recristalização dinâmica na crosta média. Com a comparação mais conservadora, conclui-se que a simulação indica que c. 10 mm/yr é a taxa de rejeito mínima, significando que a longevidade da transcorrência foi em torno de 10 Myr.

**Palavras-chave:** Reologia; EBSD; Ceará Central; Zona de cisalhamento; Taxa de rejeito.



---

# PROVENIÊNCIA DOS DEPOSITOS FLUVIAIS MESOZOICOS-CENOZOICOS NA AMAZÔNIA CENTRAL: UMA ABORDAGEM INTEGRATIVA OSL E XRF

*Rodrigues, F.C.G.<sup>1</sup>, Bertassoli, D.<sup>2</sup>, Del Río, I.A.<sup>1</sup>, Mineli, T.D.<sup>1</sup>,  
Chiessi, C.M.<sup>2</sup>, Sawakuchi, A.O.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Escola de Artes, Ciências e Humanidades/USP.

## RESUMO

Nos últimos anos, a sensibilidade (intensidade de luz por unidade de massa por unidade de dose de radiação) de sinais de luminescência opticamente estimulada (OSL) e de termoluminescência (TL) tem sido testada para estudos de proveniência em depósitos quaternários. Particularmente, o sinal OSL do quartzo tem alta capacidade de discriminar grãos sedimentares de origens distintas e representa uma técnica promissora para a análise de proveniência. Neste estudo, a sensibilidade de luminescência foi medida em alíquotas poliminerálicas e de quartzo puro de um testemunho com 400 m de comprimento obtido por perfuração rotativa na Amazônia Central. Este testemunho é dominado por sedimentos arenosos altamente intemperizados com baixo conteúdo de partículas sedimentares finas e com pobre preservação de componentes orgânicos, representativos do registro fluvial do final do Cretáceo (Formação Alter do Chão) e do Cenozoico (correlatos às Formações Solimões, Novo Remanso e Içá). A sensibilidade foi medida utilizando estimulação no espectro infravermelho (IRSL) e azul (BOSL) e detecção no espectro ultravioleta para ambos. Em conjunto com estas análises, foram feitas medidas da proporção de elementos maiores através de fluorescência de raios-x por dispersão de energia (ED-XRF). A proporção de elementos maiores em sedimentos fluviais amazônicos tem sido utilizada com êxito para discriminar as principais fontes dos sedimentos além de registrar mudanças nos padrões de intemperismo. Os 70 m superiores do testemunho apresentam maior sensibilidade BOSL tanto nas alíquotas poliminerálicas quanto nas de quartzo puro, quando comparados com os 330 m inferiores. Esta maior sensibilidade BOSL é acompanhada pelo baixo conteúdo de feldspato nas amostras, demonstrado pela baixa razão IRSL/BOSL. As análises de ED-XRF indicam maior proporção de elementos de menor mobilidade (e.g. Fe, Ti, Al) no topo do testemunho, com significativo aumento na proporção de elementos móveis (e.g. K, Ca, Sr) abaixo de 70 m de profundidade. Os resultados preliminares indicam o grande potencial da sensibilidade de luminescência como um indicador estratigráfico, já que tanto a sensibilidade BOSL quanto a IRSL mostram mudanças síncronas em torno de 70 m de profundidade em conformidade com os resultados obtidos por ED-XRF. Os próximos passos desta pesquisa incluem aumentar a resolução espacial dos dados de luminescência e de ED-XRF e sua comparação com dados sismoestratigráficos a fim de entender como se deram as mudanças de proveniência, e, portanto, da paisagem, na Amazônia Central durante o Cenozoico.

**Palavras-chave:** Luminescência; XRF; Proveniência; Amazônia.



---

# BIOESTRATIGRAFIA DE PALINOMORFOS DA FORMAÇÃO ROMUALDO, APTIANO DA BACIA DO ARARIPE, NE DO BRASIL

*Romero, G.R., Oliveira, P.E.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A palinologia tem se destacado, nas últimas décadas, como uma ferramenta eficaz para a correlação bioestratigráfica e reconstruções paleoecológicas de bacias sedimentares. Esta análise tem sido particularmente efetiva em sequências cretáceas de bacias marginais brasileiras. A evolução destas bacias durante o Albiano-Aptiano é coincidente com a fase pós-rifte da abertura do Oceano Atlântico Sul e, portanto, favoreceu a acumulação de matéria orgânica. Esta sedimentação compõe sucessões sedimentares com alto potencial gerador, cujo arcabouço bioestratigráfico permanece pouco explorado. Os depósitos marinhos da Formação Romualdo (Grupo Santana), Aptiano da Bacia do Araripe, no nordeste brasileiro, são um exemplo de possível prospecto cujo conteúdo micropaleontológico permanece pouco compreendido. Esta sucessão consiste em estratos siliciclásticos e carbonatos esparsos, que registram a ingressão marinha no Gondwana Oeste durante o Cretáceo. Este trabalho analisa o conteúdo palinológico da Formação Romualdo com o objetivo de construir um arcabouço bioestratigráfico para esta unidade. Adicionalmente, pretende-se reconstituir as condições paleoecológicas que permitiram a acumulação e preservação dos microfósseis, e correlacionar estes depósitos a outras sequências aptianas análogas no Gondwana Oeste. Para isto, foram coletadas 32 amostras em duas seções estratigráficas da Formação Romualdo para tratamento palinológico que consiste em desagregação e fragmentação de amostras de rocha, peneiramento, ataques ácidos (HCl e HF) para remoção de carbonatos, silicatos e fluorsilicatos, limpeza e concentração via cloreto de zinco, montagem das lâminas, acondicionamento em chapa aquecedora e colagem com resíduo próprio para análise microscópica, reconhecimento de aspectos morfológicos dos palinomorfos, contagem em linhas transversais e aquisição de fotomicrografias. Com isso, espera-se, que com os resultados obtidos a montagem de um arcabouço crono e bioestratigráfico, interpretação das condições paleoecológicas, avaliação da paleogeografia do Gondwana Oeste durante o Aptiano.

**Palavras-chave:** Gondwana Oeste; Aptiano; Palinologia; Bioestratigrafia.



---

## MULTIVARIATE APPROACH TO GEOCHEMICAL MAPPING

*Rossi, D.A.L.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

### RESUMO

This current study aims to investigate geochemical data, soil samples, to assist find targets for mineral exploration, adopting a multivariate approach, combining principal component analysis (PCA), a random forest algorithm and geostatistical modeling. Geochemical data analysis is a fundamental source of information for mineral exploration, therefore advances on extract and processing data correlated to anomalies have made significant progress in the last years. One research field of great future potential in this matter is multivariate geochemical analyses. Adopting multivariate analyses is possible to obtain meaningful geochemical associations related to mineralization and increase the understanding of complex information collected in a survey, as demonstrated by Zuo & Xiong (2017); Talebi et al. (2019b); Wang et. al (2020); Cevik et al. (2021). For a correct approach and better results, the preprocessing of the geochemical database is necessary, once the compositional nature of chemical analysis needs to be statistically addressed. In such dataset, the constant sum constraint (e.g., 100%) forces at least one covariance to be negative and induces spurious spatial correlations and patterns, the fact that correlation between two components unpredictably changes when considering different subcompositions (Aitchison, 1986; Tolosana-Delgado & McKinley, 2016). Another important factor to be considered when analyzing geochemical data is the spatial support, that means, the size, geometry, and orientation of the space on which observations are made. In that case a geostatistical approach should also be performed as demonstrated by Tolosana-Delgado et al. (2019). Geostatistics allows for characterization of the spatial (temporal) support within the stochastic model itself, thus supporting manipulation of the model, once fitted, to explore the effect of the support on prediction and other operations (McKinley & Atkinson, 2020).

**Palavras-chave:** Multivariate analysis; Geochemical data; Mineral exploration; Geostatistics.



---

# ANÁLISE DE MATERIAIS E RECURSOS EDUCATIVOS DESENVOLVIDOS EM GEOPARQUES GLOBAIS DA UNESCO

Rossi, G.S., Garcia, M.G.M, Bourotte, C.L.M.

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Geoparque é um conceito de território que vem ganhando crescente visibilidade internacional por ser administrado com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. Neste sentido, é perceptível a importância dos Geoparques Globais da UNESCO para a promoção de ações educativas em geociências, que são destinadas a diferentes públicos como escolas, turistas, entre outros tipos de visitantes. Várias atividades e recursos educativos desenvolvidos no âmbito dos Geoparques Globais da UNESCO podem ser utilizados em outros tipos de áreas protegidas. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo conhecer e avaliar o que existe em relação a este tipo de material e como são divulgados e disponibilizados para o público. A metodologia utilizada constituiu em (i) levantamento de informações básicas dos geoparques como localização geográfica, língua oficial do país, longevidade como geoparque, além dos *websites* que são disponibilizados no site oficial da UNESCO, onde estes dados foram compilados em forma de planilha. (ii) busca nos *websites* para identificação das atividades e recursos educativos existentes, com base em critérios predefinidos, tais, como idioma das atividades e recursos disponíveis em português, inglês e espanhol. Além destes critérios, um fator determinante para a análise foi o nível de detalhamento destes materiais no site, que em muitos casos apenas cita as atividades, mas não disponibilizam informações sobre os conteúdos geocientíficos abordados, a forma e os métodos de aplicação e o público alvo. (iii) busca sobre artigos científicos e textos de divulgação que descrevam mais detalhadamente as atividades e os recursos educativos desenvolvidos nos geoparques. Dentre os 161 *websites* analisados, 34 estavam inativos no momento e dentre os 127 restantes, em 29 deles não foram identificadas atividades e recursos educativos. Dos 98 *websites* que contêm este tipo de material, em 64 as atividades não estão descritas com detalhe ou apresentam materiais meramente informativos, que não se enquadram como atividades e recursos educativos. Dos 34 *websites* que disponibilizam e descrevem adequadamente as atividades e recursos, em 19 os materiais estavam disponibilizados fora do critério de idioma. Com isso, foram encontrados 15 geoparques cujos materiais atendiam aos critérios estabelecidos. Estes se encontram predominantemente em países europeus. As atividades mais disponibilizadas nos *websites* são guias de campo para alunos e professores (7), atividades infantis (6) como puzzles e imagens para colorir e materiais de apoio para o público escolar (6). Dos 11 artigos científicos encontrados, 5 estão dentro dos critérios estabelecidos e um caderno de atividades relacionado a um geoparque, mas se encontrava fora do domínio do *website*. Os resultados mostram que mesmo a educação sendo um dos pilares básicos dos geoparques a divulgação e disponibilização de recursos e atividades educativas desenvolvidas nestas áreas ainda é limitada, mas apresentam um grande potencial como modelo para adaptação e criação de novos materiais em outros geoparques e em outros tipos de áreas protegidas.

**Palavras-chave:** Geoparque; Educação; Geociências.





---

## ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ESTIMATIVAS GEOESTATÍSTICAS E ESTATÍSTICA MULTI-PONTO

*Salaroli, R.M., Rocha, M.M.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de  
São Paulo, Instituto de Geociências.

### RESUMO

A krigagem é uma ferramenta utilizada há muito tempo na estimativa de recursos minerais, uma vez que, é possível estimar a quantidade de minério em uma região utilizando dados de amostras referenciadas no espaço. Apesar de ser muito útil e eficaz no seu objetivo, esse método geoestatístico possui algumas limitações, não sendo capaz de reproduzir estruturas e elementos geológicos complexos, além do fato dos resultados serem suavizados, superestimando valores da cauda inferior da distribuição e subestimando os valores da cauda superior. Conhecendo-se esta limitação, Guardiano e Srivastava introduziram em 1993 o primeiro método de Estatística de Multi-Ponto (MPS), o qual, ao invés de transformar a variância dos dados geológicos em números como no variograma da geoestatística, utiliza imagens de treinamento (TI) para extrair informações geológicas e fazer as devidas correlações. Desde então, essa classe de métodos vem sendo aprimorada e novos algoritmos de MPS vem sendo desenvolvidos, dentre os quais é possível dividir em três grandes grupos. Algoritmos baseados em pixel, que representam muito bem os dados reais, mas não geram estruturas muito complexas; Algoritmos baseados em padrões, que representam muito bem grandes estruturas, mas não são eficazes em reproduzir os dados reais; e algoritmos mistos, que utilizam mais de um tipo de algoritmo para sua simulação. A presente dissertação de mestrado consiste na realização de simulações pelo método FILTERSIM através do software SGeMs e compara seu resultado com a krigagem.

**Palavras-chave:** Geoestatística; Estatística multi-ponto; Krigagem; Filtersim; MPS.



---

# O OCEANO CHARRUA E O REGISTRO TONIANO NA REGIÃO SUL BRASILEIRA: HISTÓRIA ÍGNEA E METAMÓRFICA DO TERRENO SÃO GABRIEL

*Santos, A.P.A., Basei, M.A.S.*

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A compreensão da evolução de um complexo orogênico demanda um estudo com enfoque interdisciplinar, ou seja, por meio da integração de mapeamento geológico sistemático, análise petrográfica e estrutural, dados geoquímicos, isotópicos e geocronológicos, bem como o reconhecimento da natureza das condições metamórficas e sua relação com as fases de deformação observadas. Localizado na porção oeste do Cinturão Dom Feliciano, o Terreno São Gabriel (TSG) é o único segmento crustal da região sul do Brasil composto por rochas de idade toniana a criogeniana e de caráter juvenil, representando o melhor preservado remanescente ofiolítico existente no Gondwana Ocidental. O TSG compreende associações de rochas de ambiente de arco magmático (complexos metavulcanossedimentares e ortognaisses, associações de prisma acrescionário e complexos ofiolíticos) e de margem passiva (sucessões metassedimentares) relacionadas à fragmentação do supercontinente Rodínia e posterior deformação durante a assembleia do Gondwana Ocidental. As idades U-Pb (LA-ICPMS) de zircões detríticos variam de 0,96 – 0,70 Ga, com picos em 0,90 – 0,82 Ga e 0,77 – 0,69 Ga, e idade de deposição máxima de 0,68 Ma. A principal área fonte para os complexos metamórficos supracrustais é o magmatismo de arco intraoceânico relacionado aos eventos orogênicos Passinho (0,90 – 0,85 Ga) e São Gabriel (0,78 – 0,72 Ga). Por apresentar uma evolução cuja idade difere tanto dos crátons Rio de la Plata e Paranapanema quanto do Cinturão Dom Feliciano, o TSG é uma peça-chave no entendimento da articulação entre estes domínios. Na esteira deste pensamento, os estudos aqui propostos visam decifrar o significado dos eventos magmáticos e metamórficos associados às etapas iniciais das orogenias neoproterozoicas no sul do Brasil com abordagens que envolvem a estrutura, cinemática, caracterização metamórfica e as idades de deformação das associações de rochas que compõem o TSG. A partir da discriminação entre os terrenos tonianos e as unidades mais jovens criogenianas-ediacaranas, pretende-se inserir estes dados nos modelos tectônicos regionais possibilitando, assim, maior entendimento da evolução do TSG no contexto da tectônica Brasileira.

**Palavras-chave:** Terreno São Gabriel; Complexo metamórfico; Geocronologia U-Pb; Gondwana Ocidental; Toniano.



---

# MODELO GEOFÍSICO-GEOLÓGICO DO DEPÓSITO DE CU-AU AQW2, NA REGIÃO DO AQUIRI, PORÇÃO NW DA PROVÍNCIA CARAJÁS

*Serêjo, G., Monteiro, L.V.S., Louro, V.H.A.*

Programa de Pós-Graduação Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A integração de diversas metodologias geofísicas associada a dados petrofísicos e demais informações geológicas é fundamental na construção de um modelo exploratório para depósitos minerais. Os depósitos do tipo IOCG são amplamente explorados através de métodos geofísicos, pois apresentam uma série de características como grandes quantidades de óxidos de Ferro e sulfetos, os quais produzem resposta significativa em métodos como a magnetometria, gravimetria e eletromagnéticos. A Província Mineral de Carajás hospeda os maiores depósitos de Cu-Au de alta tonelagem do mundo e possui regiões com grande potencial para serem exploradas, como a porção oeste do Domínio Carajás, região conhecida como Aquiri. Esta região é uma área *greenfield* com exploração ativa pela companhia VALE S.A. e hospeda diversos depósitos de Cu-Au, como o alvo AQW2, do HUB Aquiri. O projeto de pesquisa visa construir um modelo exploratório geofísico-geológico para o alvo AQW2 a partir da integração de diversos dados geofísicos, petrofísicos e geológicos, e dessa forma, compreender a gênese desse depósito, definir as características petrofísicas das litologias e zonas de alteração envolvidas e seu controle estrutural. Além disso, pretende-se avaliar o potencial do uso de dados de magnetismo de rochas no desenvolvimento de modelos geofísicos magnéticos.

**Palavras-chave:** IOCG; Geofísica; Carajás; Modelagem; Inversão.



---

## ESTUDO DE PALEOCORRENTES EM AFLORAMENTOS VIRTUAIS OBTIDOS POR DRONES

*Gomes da Silva, L.H., Freitas, B.T.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

### RESUMO

Paleocorrentes são dados abundantes no registro sedimentar e apresentam implicações determinantes para análise de bacias, reconstruções tectônicas, paleogeográficas, e predições relacionadas a fluxo sedimentar. Denotam parâmetros quantificáveis em sucessões sedimentares que podem ser utilizadas na modelagem quantitativa de arquitetura deposicional e em reconstruções da dinâmica de transporte de sedimentos. Contudo, obstáculos comuns na obtenção de grandes conjuntos de dados de paleocorrente são a dificuldade de acesso a faces de afloramentos, limitações de tempo, e recursos financeiros. Avanços recentes na disponibilidade de recursos necessários à produção e análise de afloramentos virtuais, com destaque ao uso de aeronaves remotamente pilotadas e softwares de processamento fotogramétrico, têm possibilitado superar tais vieses de escala e observação que limitavam a análise de depósitos modernos assim como de exposições do registro. Nesta pesquisa é apresentada uma metodologia que visa a simplicidade e replicabilidade do estudo de paleocorrentes com o auxílio de drones, através da investigação de estratificações cruzadas em afloramentos reais e suas correspondentes versões virtuais, obtidas por técnicas fotogramétricas aplicadas sobre afloramentos bem expostos de arenitos fluviais da Bacia do Tucano. Visando produzir superfícies fotorrealistas tridimensionais e georreferenciadas, que se aproximam o máximo possível dos afloramentos reais. De maneira a comparar dados de orientações de estratificações cruzadas coletadas em campo e nos afloramentos virtuais correspondentes, confirmando que mesmo variando o equipamento e a resolução do modelo digital, é possível utilizar afloramentos virtuais substantivamente para o estudo de paleocorrentes de arenitos fluviais.

**Palavras-chave:** Afloramentos virtuais; Drones; Paleocorrente; Estratificações Cruzadas; Fotogrametria.



---

# MORFOLOGIA DOS CAMPOS DE DUNAS ATIVOS ASSOCIADOS À FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO

*Silva, T.A., Giannini, P.C.F.*

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

A planície costeira associada à foz do rio São Francisco inclui parte dos territórios de Alagoas e de Sergipe, na região Nordeste do Brasil. Ela é composta por depósitos sedimentares que se diferenciam quanto a sistema deposicional, idade relativa, morfologia e distribuição espacial. Dentre eles, destaca-se um expressivo sistema eólico costeiro ativo em ambas as margens do rio (92 km<sup>2</sup>). Na margem esquerda (Alagoas), este sistema é bem desenvolvido já imediatamente a NE da desembocadura fluvial, enquanto na margem direita (Sergipe) ele só se torna bem evidente aproximadamente 22 km a SW da foz. Esse atrofiamento do sistema no trecho imediatamente a SW do rio associa-se à presença de uma planície de cheniers, com ampla área brejosa (44.9 km<sup>2</sup>). A morfologia do sistema eólico ativo mostra-se distinta entre os lados alagoano e sergipano da planície. Assim, o objetivo deste resumo é identificar e explicar essas diferenças morfológicas entre as margens opostas do rio. Para o alcance deste objetivo, os métodos empregados foram: (i) revisão bibliográfica da área e do tema da sedimentação eólica costeira; (ii) identificação de feições eólicas (elementos morfológicos) via sensoriamento; (iii) campanhas de campo para conferência dos elementos morfológicos, análise de suas fácies deposicionais internas, aquisição de imagens fotográficas e amostragem seletiva para caracterização sedimentológica. Os elementos morfológicos que compõem um sistema eólico costeiro ativo podem ser classificados de acordo com a função que desempenham. Têm-se assim até três associações de elementos principais, de barla para sotavento: os elementos com função de estoque inicial (dunas frontais, franjas/lençóis de areia, protodunas) compõem a associação praia-duna (A); os elementos com função de transporte e deflação (rupturas de deflação ou blowouts, rastros lineares, retrocordões, dunas parabólicas) compõem a associação planície deflacionária (B); e os elementos responsáveis pelo avanço lateral e longitudinal (cordões de precipitação e lobos deposicionais) e sobreposição (barcanas e barcanoides) do sistema compõem a associação campo de dunas livres (C). Ambos os lados do sistema eólico ativo da foz do São Francisco, o alagoano e o sergipano, apresentam as três associações, porém com semelhanças e diferenças quanto aos elementos morfológicos que as compõem. A associação A é semelhante entre os dois lados, caracterizando-se por cordões de dunas frontais incipientes descontínuos, muito interrompidos por blowouts, e um lençol de areia com montículos vegetados (mar de nebkas), progressivamente mais altos rumo ao interior (0,5m a 1m). A associação B é composta por elementos morfológicos diferentes entre os dois lados do rio. No lado alagoano, identificou-se a presença de barcanas e barcanoides, de altura menor ou igual a 2m, que migram sobre regiões mais deprimidas e vegetadas. Há, também, retrocordões e rastros lineares longitudinais. No lado sergipano, a associação B é composta por depressões vegetadas e, em alguns pontos, inundadas, nebkas, dunas parabólicas, blowouts, rastros longitudinais e retrocordões. A associação C é a que mais apresenta diferenças morfológicas entre os dois lados da foz: no alagoano, há o desenvolvimento de barcanas e cadeias barcanoides com alturas entre 6 a 30m, e de cordões de precipitação contendo lobos deposicionais; próximo



---

ao rio, esta associação torna-se mais alta e mais estreita na direção do vento, devido à presença de uma área úmida de tamanho maior (5.7 km<sup>2</sup>); já o campo de dunas sergipano é composto basicamente por cordão de precipitação e lobos deposicionais, com montes residuais vegetados (remnant knobs). As alturas vão de 14 a 50m. Apesar da associação praia-duna ser semelhante entre os lados alagoano e sergipano, as demais associações mostram diferenças significativas, que indicam maior saturação de areia (isto é, maior razão aporte eólico / espaço de acumulação) no sistema em Alagoas. As evidências disso são: a planície deflacionária menor e atípica em Alagoas, com presença de barcanas e barcanoides migrando rumo à associação C, em contraste à planície de deflação ampla, com pontos alagados, blowouts e dunas parabólicas, em Sergipe; a presença, no campo de dunas de Alagoas, de barcanas e barcanoides de maior altura, em contraste à quase ausência destas feições em Sergipe. As maiores alturas na associação C em Sergipe relacionam-se a maior presença de vegetação no rumo de migração e, também, à ocorrência do Tabuleiro Costeiro, associado à Formação Barreiras, sobre o qual as dunas se empilham, ganhando altitude. O porquê destas diferenças entre lados alagoano e sergipano do sistema, ainda em processo de investigação, envolve mais de um fator, entre eles fisiografia e orientação da linha de costa, direção e velocidade dos ventos, precipitação, deriva litorânea longitudinal, regime de ondas, influência do aporte do rio São Francisco e granulometria da área fonte (praial).

**Palavras-chave:** Quaternário; Sistemas eólicos costeiros; Associação de fácies morfológicas.



---

# MIGMATITOS DE UHT DO COMPLEXO ARAPIRACA: EVIDÊNCIAS PETROCRONOLÓGICAS DE UM RIBBON DO CRÁTON SÃO FRANCISCO NA PROVÍNCIA BORBOREMA SUL, NE DO BRASIL.

Tesser, L.R.<sup>1</sup>, Araújo, C.E.G.<sup>2</sup>, Weinberg, R.<sup>3</sup>, Moraes, R.<sup>1</sup>,  
Basej, M.A.S.<sup>1</sup>, Batista, L.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup>Serviço Geológico do Brasil (CPRM); <sup>3</sup>School of Earth, Atmosphere and Environment, Monash University, Clayton, Australia.

## RESUMO

O presente trabalho relata a primeira descoberta de rochas portadoras de safirina formadas em condições metamórficas de temperatura ultra-alta (UHT) na província de Borborema, NE do Brasil. Inseridos na unidade Complexo Arapiraca, os diatexitos de UHT investigados afloram como *inliers* do embasamento Paleoproterozóico, imersos na sequência **metavolcano-sedimentar** de idade Neoproterozóica da faixa de dobramentos e empurrões Sergipana. O diatexito portador de safira apresenta duas distintas associações minerais residuais como inclusões em poikiloblastos centimétricos de cordierita: um domínio volumetricamente dominante, composto por granada-silimanita-ortopiroxênio-quartzo, intercalado com restritos domínios de coroas e simplectitos de safirina-magnetita-espinélio-coríndon. A modelagem de equilíbrio de fase para a composição rocha total restringiu as reações preservadas no domínio saturado em **silica** (granada-silimanita-ortopiroxênio-quartzo), que juntamente com a termometria de feldspatos ternários, termobarometria de Al-no-ortopiroxênio, indicaram que o pico do metamorfismo UHT atingiu condições de ~ 970 °C/8.5 kbar, seguido por um estágio de resfriamento quase isobárico no sentido horário, cruzando a curva *solidus* insaturada em H<sub>2</sub>O em ~ 910 °C/7,7 kbar. Os modelos  $T-M_{SiO_2}$  revelam que a estabilização precoce de magnetita-espinélio no domínio insaturado em **silica** (safirina-magnetita-espinélio-coríndon) pode ser sido produto da exaustão local de sílica em paleocamadas pobres em quartzo, aliada ao efeito de sucessivos episódios de extração e perda de fundido durante a progressão do metamorfismo. O crescimento da safirina como finas coroas em torno de núcleos previamente formados de magnetita-espinélio foi impulsionada pela interação química e mecânica entre o resíduo e o fundido não-segregado rico em sílica durante a trajetória retrógrada do metamorfismo. A petrocronologia de zircão utilizando dados isotópicos U-Pb (LA-ICP-MS), combinados com a geoquímica de elementos traço e termometria de Ti-no-zircão, indicaram que os zircões neoblásticos cresceram durante a cristalização do fundido anatético entre 2.03 e 1.96 Ga, logo após o pico UHT, sugerindo um prolongado período ~ 70Ma de persistência de condições anatéticas na crosta continental. O metamorfismo UHT no Complexo Arapiraca foi relacionado ao evento UHT de mesma idade bem constrangido no Craton **São Francisco, e mais amplamente, coincide com** os altos gradientes geotérmicos globais há c. 2.0 Ga, ambos inseridos no contexto da formação do supercontinente Columbia. A integração de novos dados petrológicos e geocronológicos reconstruiu o Complexo Arapiraca como um *ribbon* continental que foi desprendido do paleocontinente São Francisco-Congo durante pulsos de rifteamento Toniano em c. 0.98-0.92 Ga (evento Cariris Velho) e Criogeniano entre 0.72 e 0.64 Ga (magmatismo Canindé), concomitante ao desenvolvimento da bacia oceânica Sergipana. Durante o Neoproterozóico tardio em c. 0,62-0,57 Ga, o *ribbon* continental Complexo Arapiraca foi envolvido na orogenia Borborema Sul e exumado como um *inlier* da infraestrutura da faixa de dobramentos e empurrões Sergipana.

**Palavras-chave:** Petrocronologia de zircão; Metamorfismo UHT; Modelagem de equilíbrio de fases; Cráton São Francisco; Província Borborema.





---

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

*Toniolo, T.F.<sup>1</sup>, Leme, J.M.<sup>1</sup>, Carmo, D.A.<sup>2</sup>, Morais, L.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; <sup>2</sup> Universidade de Brasília, Instituto de Geociências; <sup>3</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Doutorado.

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma caracterização detalhada da tafonomia e sistemática dos microfósseis presentes nas Formações Tamengo e Guaicurus (Grupo Corumbá – Faixa Paraguai Sul). Para tanto foram aplicados métodos de microscopia (óptica e eletrônica de varredura) e espectrometria Raman em microfósseis encontrados em seções delgadas e preparações palinológicas e de microfósseis mineralizados. As associações de microfósseis identificadas, tanto na Formação Tamengo como na Formação Guaicurus, são dominadas por acritarcos esféricos simples (*Leiosphaeridia* spp.), que são característicos da palinoflora encontrada nos ambientes marinhos do mundo todo no final do Ediacarano. A distribuição dos microfósseis orgânicos ao longo das seções geológicas analisadas apresenta forte dependência faciológica, com mudanças tanto na abundância dos microfósseis como na proporção entre formas bentônicas e planctônicas. Com a conclusão das análises em andamento, espera-se que essas informações contribuam para a discussão sobre os paleoambientes em que se depositaram as diferentes fácies das Formações Tamengo e Guaicurus.

**Palavras-chave:** Grupo Corumbá; Ediacarano; Microfósseis; Acritarcos.



---

# PETROGENESIS OF GRANITES FROM THE EDIACARAN SOCORRO BATHOLITH, SE BRAZIL: CONSTRAINTS FROM ZIRCON DATING, GEOCHEMISTRY AND SR-ND-HF ISOTOPES

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

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências.

## RESUMO

Geoquímica elemental e isotópica (Sr-Nd) em rocha total e geoquímica isotópica *in situ* de Hf em zircão foram utilizadas para identificar as fontes de granitos Neoproterozóicos do Batólito Socorro, localizado na Nappe Socorro-Guaxupé (SGN), sul do orógeno Brasília, Brasil. Análises de elementos traços e geoquímica isotópica de Hf em zircão forneceram informações sobre as fontes e as condições de cristalização (T, fO<sub>2</sub>). Três tipos principais de granitos constituem a maior parte do batólito, iniciando com charnockitos pré-colisionais em ~640 – 630 Ma, e terminando com granitos cálcio-alcálicos de alto-K (tipo Bragança Paulista), de ~610 Ma. Variados tipos de leucogranitos foram gerados de 625 – 610 Ma, abrangendo o intervalo tectônico colisional à pós-colisional. Dois corpos de charnockito ocorrem na área de estudo: Charnockito Socorro (~640 Ma), com notáveis semelhanças químicas com granitos tipo Bragança Paulista, mas com maior εNd(t) = -6,1 e média εHf(t) = -9,1 e menor razão <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr(t) = 0,7093, valores indicativos de fonte mais juvenil e pobre em água. O Charnockito Atibaia, de ~633 Ma, tem assinatura geoquímica distinta (menor teor de Mg# e Sr; maior Zr), εNd(t) mais negativo (-14,1), média de εHf(t) = -8,9 e razão <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr muito mais alta (0,7197), provavelmente refletindo um maior componente de crosta antiga em sua fonte. Os granitos mais predominantes, tipo Bragança Paulista, de ~610 Ma, foram colocados em um ambiente pós-colisional, e correspondem a biotita-hornblenda monzogranitos porfiríticos de caráter cálcio-alcálico de alto K, com 61-67 wt% de SiO<sub>2</sub>, alto Mg # (39-42), Sr/Y (19-40), La/Yb (12-69), εNd(t) variando de -12,9 a -12,3 e εHf em zircão de -17 a -12 e <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr(t) = 0,7119 – 0,7131. Essas feições são interpretadas como indicativas da geração de magma em uma crosta espessa, e possível mistura de fontes mais juvenis e de rochas mais antigas da crosta continental (gnaiesses e granulitos). Os plútons de leucogranitos (SiO<sub>2</sub> > 72 wt%) que ocorrem na porção sul do batólito têm uma variação de assinaturas geoquímicas e isotópicas, refletindo fusão de fontes crustais entre ~625 Ma (Pluton Bocaina) e ~610 Ma (Pluton Bairro da Pedreira). εNd(t) altamente negativos (valor médio de -16,2) e εHf em zircão = -16, e alta razão <sup>86</sup>Sr/<sup>87</sup>Sr(t) = 0,7156 – 0,7171 são consistentes com fontes relativamente antigas de orto- e paragneisses semelhantes àquelas que geraram regionalmente abundantes migmatitos e granitos anatóticos em ambiente colisional à pós-colisional.

**Palavras-chave:** Datação U-Pb; Nappe Socorro-Guaxupé; Geoquímica isotópica; Zircão; Granitos cálcio-alcálicos de alto-K.



---

# ÍNDICE REMISSIVO POR AUTOR



---

Afonso, J., 30  
Akabane, T.K., 22  
Almeida, R.P., 49  
Althaus, C.E., 23  
Alves, A., 44, 61, 63  
Amorim, K., 30  
Andrade, F.R.D., 50  
Araújo, C.E.G., 89  
Araújo, D., 39  
Araújo, E.E., 46  
Araújo, K.R.A., 24  
Archanjo, C.J., 78  
Assis, R.R., 70  
Babinski, M., 30, 39, 52, 76  
Bacci, D.C., 34, 58, 62, 64  
Baker, P.A., 51  
Balaguer, L.P., 25  
Balis, M., 26  
Barbosa, N.A., 27  
Basei, M.A.S., 53, 60, 84, 89  
Bassan, L., 28  
Batista, L.A., 29, 89  
Bedoya-Rueda, C., 30, 52  
Bertassoli, D., 79  
Bertassoli Junior, D.J., 24, 51, 69  
Bertolo, R.A., 47  
Boggiani, P.C., 45  
Bouimetarhan, I., 22  
Bourotte, C.L.M., 25, 33, 82  
Bouyon, A., 76  
Brito, L.F., 31  
Brito, R.C., 71  
Busigny, V., 76  
Cabrita, D.I.G., 32  
Caetano-Filho, S., 30, 52  
Campanha, G.A.C., 32  
Campos, M.C., 51  
Campos Neto, M.C., 26, 48  
Canizares, A.D., 33  
Cardoso, L.S., 34  
Carmo, D.A., 90  
Cassini, L.V., 35  
Cawood, P.A., 32  
Cellier, G., 35  
Cerqueira Dias, G.M., 36  
Chiessi, C.M., 22, 51, 79  
Coelho, R.D., 37  
Coura Filho, L.E.F., 38  
Cunha, B., 39  
D`Agrella Filho, M.S., 72  
Dantas, R.C., 40  
De Oliveira, P.E., 22  
Del Río, I.A., 65, 79  
Díaz, V.L., 46  
Diniz, C.Q.C., 41  
Dutra, L.F., 42  
Estevam, C.N., 43  
Esteves, M.C.B., 44  
Faleiros, F.M., 32  
Fernandes, H.A., 45  
Fernandez, M., 39  
Ferreira, O.B., 46  
Fraga-Ferreira, P.L., 30, 52  
Fregona, L.G.G., 47  
Freire, M. P., 69  
Freitas, B.T., 86  
Frugis, G.L., 48  
Gamba, C.C., 46  
Gandolfo, O.B., 46  
Garcia, M.G.M., 25, 33, 54, 74, 82  
Garnier, J., 39  
Gengo, R.M., 29  
Geraldo, G.L., 49  
Giannini, P.C.F., 43, 87  
Godinho, L.P.S., 68  
Góes, A.M., 69  
Gomes da Silva, L.H., 86  
Gonçalves, A.N., 50  
Gonçalves, F.P., 57  
Grigolato, J., 51  
Grohmann, C.H., 37  
Guacaneme, C., 30, 52  
Guerra, J.T.M., 53  
Guimaraes, L.F., 61  
Hirata, R., 59  
Ibanez, K., 54  
Janasi, V.A., 53, 61, 91  
Jovane, L., 40, 53  
Juliani, C., 31, 35  
Karmann, I., 68  
Kelsey, D.E., 29  
Kikuda, A. T., 55  
Lalonde, S.V., 76  
Leal Rodrigues, D., 56  
Lemos, M.B., 57  
Leme, J.M., 41, 73, 90

---



---

Louro, V.H.A., 85  
Machado, W., 39  
Macie, A.E.A., 58  
Marinho, F.A.M., 57  
Marques, C.H.G., 59  
Marques dos Santos, M.M., 60  
Marteleto, N.S., 61  
Mazzucato, E., 62  
Mello, J.V.T., 63  
Menegon, L., 32  
Menin, D.S., 64  
Mineli, T.D., 65, 79  
Monteiro, L.V.S., 27, 42, 67, 85  
Moraes, C.C.M., 66  
Morais, L., 90  
Moraes, R., 29, 56, 89  
Moreira, G.C., 67  
Moreto, C.P.N., 27  
Morita, T.D.M., 68  
Mulitza, S., 22  
Nace, T.E., 51  
Niyonzima, P., 69  
Oliveira, E.F., 70  
Oliveira, J.S.S., 56  
Oliveira, P.E., 77, 80  
Oliveira, S.C., 71  
Passarelli, C.R., 60  
Patroni, O.A.L., 72  
Paula-Santos, G.M., 30, 52  
Pellizari, V., 68  
Pereira, L.G., 73  
Philippot, P., 76  
Pizzato, P., 66  
Polo, L.A., 61  
Porat, N., 65, 69  
Pupim, F.N., 69, 71  
Queiroz, D.S., 74  
Ramos, C., 75  
Raposo, M.I.B., 72  
Rego, E.S., 76  
Reis, L.S., 77  
Reverte, F.C., 25  
Ribeiro, B.V., 32  
Ribeiro, L.M.A.L., 25  
Rocha, M.M., 28, 36, 83  
Rodrigues, C.L.Á., 78  
Rodrigues, F.C.G., 69, 79  
Romano, R.G., 68  
Romero, G.R., 80  
Rossi, D.A.L., 81  
Rossi, G.S., 82  
Rossignol, C., 76  
Salaroli, R.M., 83  
Santos, A.P.A., 84  
Sawakuchi, A.O., 22, 24, 65, 69, 79  
Sawakuchi, H.O., 24  
Scherer, C.M.S., 23  
Serêjo, G., 85  
Siga-Júnior, O., 60  
Silva, C.G., 51  
Silva, T.A., 87  
Souza, C.R.G., 62  
Srivastava, P., 53  
Suhogusoff, A.V., 46  
Tavares, T., 46  
Terada, R., 59  
Tesser, L.R., 29, 89  
Toledo, B.B., 91  
Tonhá, M., 39  
Toniolo, T.F., 90  
Trindade, R., 52  
Trindade, R.I.F., 30  
Weinberg, R., 89  
Zapparoli, A.C., 76



---

**Realização:**



**Apoio:**

