



# XV ENCONTRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

ANAIS | 2024

---

04 A 08 DE NOVEMBRO DE 2024

unesp 



## **EDITORES:**

Ana Carolina Alves da Costa  
Ana Flávia da Silva Araújo  
Amanda Rodrigues Soares  
Bárbara Panegassi  
Bruno Henrique Valdambrini Vieira  
Danielle Simeão Silverio Rocha  
Didier Gastmans  
Gustavo Battaglini Job  
Henrique Dias Petrovich  
Isabela Guimarães de Araújo  
Luiza Lima Alves  
Marta Lilian Victorino Patricio  
Sarah Gomes Lacerda  
Vanessa Silva dos Santos

## **ANAIS**

15º Encontro do Programa de Pós-Graduação em  
Geociências e Meio Ambiente

Rio Claro, SP

Comissão Organizadora do 15º Encontro do Programa de Pós-Graduação  
em Geociências e Meio Ambiente.

2025

Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, 15., 2024

Anais do XV Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente [recurso eletrônico] / organizadores: Ana Carolina Alves da Costa ... [et al.]. – Rio Claro : Unesp - IGCE, 2025  
64 p. : il.

Evento realizado em Rio Claro/SP de 04 a 08 de novembro de 2024, no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Textos apresentados em Congresso  
ISBN: 978-85-89082-81-5

1. Geologia. 2. Geociências. 3. Meio Ambiente. I. Costa, Ana Carolina Alves da. II. Título.

CDD 550



## **Comissão Organizadora**

### **Presidenta:**

Marta Lilian Victorino Patricio

### **Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente:**

Prof. Dr. Didier Gastmans

### **Membros:**

Ana Carolina Alves da Costa

Ana Flávia da Silva Araújo

Amanda Rodrigues Soares

Bárbara Panegassi

Bruno Henrique Valdambrini Vieira

Danielle Simeão Silverio Rocha

Didier Gastmans

Gustavo Battaglini Job

Henrique Dias Petrovich

Isabela Guimarães de Araújo

Luiza Lima Alves

Sarah Gomes Lacerda

Vanessa Silva dos Santos

Bruno Henrique Valdambrini Vieira

## **Mensagem do Prof. Dr. Didier Gastmans sobre o 15º Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente**

O 15º Encontro do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, ocorrido entre os dias 04 e 08 de novembro de 2024 nas dependências do Centro de Estudos Ambientais., representou mais um momento único de integração entre alunos e professores do PPGGMA, e que mostrou a pujança das atividades de pesquisa e extensão desenvolvidas no âmbito do programa. O evento contou com a participação de 146 inscitos, alguns deles de outros programas, bem como de inúmeros discentes de cursos de graduação do Câmpus da UNESP de Rio Claro, apontando para uma maior integração entre pós-graduação e graduação. Além da participação presencial, com a transmissão ao vivo do evento, tivemos a participação online de egressos do PPG, ex-alunos da UNESP e participação de alunos de outras universidades, nacionais e internacionais.

A programação pensada com o foco na amplitude das Geociências do país, permitiu inúmeras discussões relacionadas a importância do uso de geotecnologias; a internacionalização da Pós-graduação, quais os desafios a serem enfrentados pelos discentes? Qual o perfil profissional requerido do egresso da pós-graduação? Quais habilidades necessárias? Na área ambiental foram discutidos aspectos relacionados à contaminação por microplásticos, bem como o uso de gases nobres em estudos hidrogeológicos, e a utilização de sensores orbitais na estimativa de recarga. Estes dois últimos temas contaram com a participação de palestrantes estrangeiros especialistas nestas duas áreas. Estudos de aplicação de técnicas avançadas na caracterização da evolução crustal também foram destaque na programação, assim como uma mesa redonda tratando dos desafios da publicação científica, um tema controverso e de grande importância para a comunidade acadêmica. É importante mencionar a participação e apoio da MUTUA, reforçando a conexão do PPGGMA com a sociedade civil e o sistema CREA-CONFEA.

A apresentação das pesquisas dos nossos alunos de mestrado e doutorado, mostraram o quanto evoluímos como desenvolvedores de ciência de ponta na área, mas sem perder de vista o nosso papel social, fomentando ações de

preservação ambiental e de desenvolvimento sustentável, sempre buscando alcançar os objetivos de desenvolvimento da ONU.

Agradecimento especial deve ser dado a nossos patrocinadores e a Comissão Organizadora composta por alunos de mestrado e doutorado, que não pouparam esforços em fazer desse 15º Encontro um evento especial para a nossa comunidade.

Não podemos nos esquecer de mencionar a participação do Prof. Landim na mesa de abertura com sua habitual serenidade para nos lembrar do longo caminho seguido pelo PPGGMA, assim como o show de interpretação cantando New York, New York, será para sempre lembrado por todos os que ali estiveram. Saudades GRANDE MESTRE.....

E que venha o 16º Encontro em 2025.....

## **Avaliadores das submissões**

### **Eixo Temático 1 – Evolução Crustal: Caracterização tectônica, magmática e metamórfica**

Os estudos desta área abordam os processos responsáveis pela formação e modificação da crosta terrestre, incluindo deformações dúcteis e rúpteis, características magmáticas e metamórficas de terrenos com diferentes graus de metamorfismo, bem como modelagens tridimensionais aplicadas à compreensão da evolução geológica. Engloba também investigações sobre a tectônica de placas, evolução de cinturões orogênicos, geocronologia, petrologia e geoquímica, com foco na reconstrução de eventos geológicos ao longo do tempo geológico.

**Prof. Dr. Rodrigo Irineu Cerri,** <http://lattes.cnpq.br/0791368504458365>

### **Eixo Temático 2 – Geologia do Quaternário e Processos Exógenos**

Esta área contempla trabalhos relacionados ao registro geológico e paleoambiental do Quaternário, além da investigação de processos geológicos recentes, incluindo impactos antrópicos e transformações em ambientes continentais e costeiros. São incluídos estudos sobre sedimentologia, paleoclimatologia, geomorfologia, geocronologia de depósitos superficiais, além de análises de riscos naturais (como erosão, deslizamentos e inundações) e impactos associados às mudanças climáticas.

**Prof. Dr. Airton Natanael Coelho Dias,** <http://lattes.cnpq.br/7070166380084691>

**Pesq. Dra. Ana Beatriz Santos da Silva,** <http://lattes.cnpq.br/5816161183502861>

**Prof. Dr. Lucas Moreira Furlan,** <http://lattes.cnpq.br/981379096272424>

**Profa. Dra. Vânia Silvia Rosolen,** <http://lattes.cnpq.br/2168583300922670>

### **Eixo Temático 3 – Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**

Incluem-se nesta área estudos voltados à gênese, preenchimento e deformação de bacias sedimentares, com ênfase em aspectos estratigráficos, tectônicos, sedimentológicos e paleontológicos. Os trabalhos buscam compreender a evolução dessas bacias ao longo do tempo geológico, considerando os controles geodinâmicos, os ambientes deposicionais e os processos de subsidência e reativação tectônica. São também relevantes investigações sobre proveniência sedimentar, paleogeografia, correlações estratigráficas regionais, além de potenciais aplicações em recursos naturais, como petróleo, gás, água subterrânea e minerais associados.

**Pesq. Dr. Iata Anderson de Souza**, <http://lattes.cnpq.br/2800781051056234>

**Pesq. Dr. Lucas Inglez dos Reis**, <http://lattes.cnpq.br/5613752626185175>

**Prof. Dr. Sergio Caetano Filho**, <http://lattes.cnpq.br/1876676856135412>

### **Eixo Temático 4 – Planejamento e Gestão do Meio Físico**

Esta área contempla estudos voltados à compreensão das interações entre os processos geológicos e as atividades humanas, com ênfase no mapeamento de áreas de risco geológico, na caracterização geotécnica de solos e rochas e na recuperação de áreas degradadas. São também abordados temas como estabilidade de taludes, movimentações de massa, contaminação do solo e das águas, avaliação de passivos ambientais, planejamento urbano em áreas suscetíveis a desastres naturais e proposição de soluções sustentáveis para a mitigação de impactos geológicos e ambientais. A aplicação de geotecnologias, como sensoriamento remoto e SIG, também é frequentemente integrada às abordagens metodológicas.

**Profa. Dra. Claudia Vanessa dos Santos Corrêa**,  
<http://lattes.cnpq.br/5779146339427069>

**Pesq. Dr. Leonides Guireli Netto**, <http://lattes.cnpq.br/2065547442823022>

**Pesq. Dr. Silvio Takashi Hiruma,** <http://lattes.cnpq.br/3931379703382167>

### **Eixo Temático 5 – Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos**

Trabalhos nesta área investigam a prospecção, caracterização, exploração e recuperação de recursos naturais, incluindo recursos hídricos, minerais e energéticos. Abrangem estudos sobre depósitos metálicos e não metálicos, geologia econômica, hidrogeologia e avaliação de reservas, com o suporte de técnicas geofísicas, geoquímicas e de geoprocessamento aplicadas à pesquisa e gestão desses recursos. Incluem-se também investigações sobre sistemas hídricos superficiais, subterrâneos e atmosféricos, bem como o uso de minerais energéticos, em diferentes contextos de pesquisa científica e tecnológica. As abordagens priorizam a sustentabilidade, o uso responsável dos recursos e a minimização dos impactos ambientais, integrando de forma interdisciplinar a pesquisa básica e aplicada.

**Prof. Dr. Daniel Marcos Bonotto,** <http://lattes.cnpq.br/7430102726026121>

**Prof. Dr. Dionisio Uendro Carlos,** <http://lattes.cnpq.br/2302002033171923>

**Pesq. Dr. Elias Hideo Teramoto,** <http://lattes.cnpq.br/1326725028028882>

**Pesq. Dra. Marcia Regina Stradioto,** <http://lattes.cnpq.br/9286603095003287>

**Pesq. Dra. Marina Lunardi,** <http://lattes.cnpq.br/7145238144709188>

**Pesq. Dra. Zayra Christine Sátyro,** <http://lattes.cnpq.br/2419099642626455>

## SUMÁRIO

### **Eixo Temático 1 – Evolução Crustal: Caracterização tectônica, magmática e metamórfica.**

EVOLUÇÃO P-T DE ROCHAS METASEDIMENTARES DA SEQUÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR ANICUNS-ITABERAÍ, FAIXA BRASÍLIA SUL.16  
*Apresentador: Otávio Passo Vieira*

GEOCRONOLOGIA <sup>40</sup>AR/<sup>39</sup>AR EM FELDSPATOS E ÓXIDOS DE MANGANÊS: RECONSTRUÇÃO TERMOCRONOLÓGICA E EVOLUÇÃO DE RELEVO NO ORÓGENO BRASÍLIA SUDESTE..... 17  
*Apresentador: Davi Diorio Parrotti*

MODELO TECTONO-ESTRUTURAL DO GRÁBEN DO SERROTE, SALTINHO - SP.....18  
*Apresentador: Saul Hartmann Riffel*

PETROGÊNESE E CORRELAÇÃO TECTÔNICA DAS ROCHAS DE TEMPERATURA ULTRA ALTA DO ORÓGENO BRASÍLIA MERIDIONAL ATRAVÉS DA PETROCRONOLOGIA E DO ESTUDO DE INCLUSÕES DEFUNDIDO E FLUIDOS.....19  
*Apresentador: George William Clemence Junior*

### **Eixo Temático 2 – Geologia do Quaternário e Processos Exógenos**

A DINÂMICA EVOLUTIVA DAS FORMAÇÕES SUPERFICIAIS ARENOSAS SOBRE A FM. CORUMBATAÍ NA DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA.....21  
*Apresentadora: Vanessa Silva dos Santos*

DATAÇÃO U-PB IN-SITU DE CARBONATOS PEDOGÊNICOS E DENTES QUATERNÁRIOS DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS DO VALE DO ZARQA, JORDÂNIA.....22  
*Apresentador: João Carlos Cerqueira*

DENSE MONOSPECIFIC BRACHIOPOD SHELL ACCUMULATIONS IN THE SÃO PAULO BIGHT: TAPHONOMICAL, SEDIMENTOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS.....23  
*Apresentadora: Ana Maria Sforzin*

DETERMINAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MERCÚRIO (Hg<sup>2+</sup>) e METILMERCÚRIO (MeHg) EM TETRÁPODES MARINHOS COLETADOS NA BACIA DE SANTOS, BRASIL.....24  
*Apresentador: Henrique Dias Petrovich*

DIAGNÓSTICO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DE ÁREAS ÚMIDAS GEOGRAFICAMENTE ISOLADAS NA DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA.....25  
*Apresentadora: Francieli Maria Vieira de Carvalho*

INTERPRETAÇÕES DOS PULSOS CLIMÁTICOS DO QUATERNÁRIO EM  
SEDIMENTOS FLUVIAIS DA SERRA DO CIPÓ (MG).....26  
*Apresentador: Mateus Fagundes Cagnin*

RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA POLUIÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM  
SEDIMENTOS FLUVIAIS DEVIDO À ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE RIO  
CLARO, SÃO PAULO.....27  
*Apresentadora: Sarah Gomes Lacerda*

### **Eixo Temático 3 – Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**

ANÁLISE DE PROVENIÊNCIA E QUIMIOESTRATIGRAFIA ELEMENTAR DE  
DEPÓSITOS MARINHOS PROFUNDOS NO SISTEMA DE CÂNIONS WATU,  
BACIA DO ESPÍRITO SANTO.....29  
*Apresentador: Caíque Giovanni*

DEPÓSITOS FLUVIAIS DA FORMAÇÃO BOTUCATU E TWYFELFONTEIN:  
ANÁLISE DE FÁCIES E PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR EM SISTEMAS  
MARGINAIS DE ERGS.....30  
*Apresentador: Leandro Gustavo da Silva Albino*

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE UM ESPÉCIMEN DE BAURUSUCHIDAE  
(CROCODYLIFORMES, MESOEUCROCODYLIA) DO CRETÁCEO  
SUPERIOR DO GRUPO BAURU.....31  
*Apresentador: Clóvis Heitor Mendonça Júnior*

HISTÓRICO DE PROPOSTAS TAXONÔMICAS DE NOTOSUCHIA  
(CROCODYLOMORPHA) NO GRUPO BAURU (NEO-CRETÁCEO / BACIA DO  
PARANÁ) 32  
*Apresentador: Pedro Akira Kitayama*

INFLUÊNCIA DO LINEAMENTO TIETÊ NA PORÇÃO CENTRO-NORTE DA  
BACIA DE SANTOS INTERPRETADA A PARTIR DE DADOS SÍSMICOS E  
MÉTODOS POTENCIAIS.....33  
*Apresentadora: Danielle Simeão Silverio Rocha*

MAGNETOESTRATIGRAFIA DO GRUPO BAURU NA REGIÃO DO  
TRIÂNGULO MINEIRO (MG).....34  
*Apresentador: Gustavo Battaglini Job*

PAIRED CARBON ISOTOPES AND REY SUGGEST THAT THE  
DEVELOPMENT OF THE FIRST ANIMALS WITH EXOSKELETONS  
OCCURRED IN OXIC REFUGIA DURING THE EDIACARAN-CAMBRIAN  
TRANSITION.....35  
*Apresentador: Gabriel Corrêa Antunes*

SEDIMENTATION AND ACCOMMODATION CONTROLS ON FACIES  
STACKING AND LATERAL DISTRIBUTION IN A PERMIAN  
UNCONVENTIONAL MEGALAKE.....36  
*Apresentadora: Beatriz Christofolletti*

#### **Eixo Temático 4 – Planejamento e Gestão do Meio Físico**

DESAFIOS PARA INVENTARIAR E CONSERVAR AS PEQUENAS ÁREAS ÚMIDAS GEOGRAFICAMENTE ISOLADAS (AUGIS).....38

*Apresentadora: Beatriz Leonardo da Silva*

EDUCAÇÃO PARA A GEOCONSERVAÇÃO NO TERRITÓRIO DO GEOPARQUE CORUMBATAÍ (SP).....39

*Apresentador: André de Andrade Kolya*

MAPEAMENTO DE PERIGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EM ÁREAS TURÍSTICAS DE CÂNIONS E CACHOEIRAS EM CAPITÓLIO (MG).....40

*Apresentador: Victor Camargo*

MAPEAMENTO DE PERIGOS GEOLÓGICOS NA REGIÃO DO PROJETO GEOPARQUE CORUMBATAÍ.....41

*Apresentadora: Thamiris Cristina Costa Basilio*

REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRE PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA CIDADE RESILIENTE COM O USO DO MAPEAMENTO DE RISCO PARTICIPATIVO: ESTUDO DE CASO EM CAMPINAS (SP).....42

*Apresentador: Henrique Esteves Rodrigues*

RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS TERRAS RARAS E DIFERENTES USOS E COBERTURAS DA TERRA E UNIDADES GEOLÓGICAS.....43

*Apresentador: Gabriel Castellano*

TÉCNICAS DE DATAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA: TENDÊNCIAS CIENTÍFICAS E APLICAÇÕES EM CENÁRIOS TROPICAIS.....44

*Apresentador: Thiago de Castro Ribeiro*

#### **Eixo Temático 5 – Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos**

ANÁLISE DE DADOS DE GAMAESPECTROMETRIA PARA A CARACTERIZAÇÃO DE OCORRÊNCIA AURÍFERA EM CAÇAPAVA DO SUL, RS.....46

*Apresentadora: Luiza Lima Alves*

ANÁLISE GAMAESPECTROMÉTRICA EM ÁREAS COM ANOMALIA GEOQUÍMICA DE COBRE EM SOLO, REGIÃO DA MINA ALCIDES, LAVRAS DO SUL – RS.....47

*Apresentador: Hernâni dos Santos Gonçalves*

AVALIAÇÃO DA MISTURA DE PÓ DE DIABÁSIO, FOLHELHO E CALCÁRIO DOLOMÍTICO EM LATOSSOLO INCUBADO E DINÂMICA DA LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES..... 48

*Apresentador: Luís Felipe Bruno Locatelli*

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE METAIS MEDIDAS POR AMOSTRADORES PASSIVOS TIPO DGT NOS RIBEIRÕES

ANHUMAS E PIÇARRÃO – CAMPINAS/SP.....	49
<i>Apresentador: Thyago Vieira Alves</i>	
AVALIAÇÃO HIDROQUÍMICA E ISOTÓPICA DOS AQUÍFEROS DO VALE DO CARIRI, BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL.....	50
<i>Apresentador: José Guilherme Filgueira</i>	
DECIFRANDO A CONEXÃO RIO-AQUÍFERO COM UTILIZAÇÃO DE TRAÇADORES QUÍMICOS E ISÓTOPOS ESTÁVEIS (H E O) NAS CABECEIRAS DO RIO SÃO FRANCISCO (BRASIL).....	51
<i>Apresentadora: Marcela Aragão de Carvalho Ramos</i>	
ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS (PTES) EM AVES MARINHAS: PADRÕES DE BIOACUMULAÇÃO ENTRE ESPÉCIES.....	52
<i>Apresentador: Guilherme dos Santos Lima</i>	
ESTUDO HIDROQUÍMICO E MODELAGEM ESTATÍSTICA DE CONTAMINANTES NO RIO TIETÊ NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (SP).....	53
<i>Apresentadora: Isabela Guimarães de Araujo</i>	
IMPACTS OF SEASONAL VARIATION IN GROUNDWATER AVAILABILITY ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE PANTANAL BASIN.....	54
<i>Apresentador: Bruno Valdambrini</i>	
INTEGRAÇÃO DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO, DRONES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE EXPLORAÇÃO MINERAL: UM ESTUDO NO ESCUDO SUL-RIOGRANDENSE.....	55
<i>Apresentador: Leonardo Campos Inocencio</i>	
INTERPRETAÇÃO DE MULTITRAÇADORES HIDROQUÍMICOS DO AQUÍFERO AÇU NA BACIA SEDIMENTAR POTIGUAR.....	56
<i>Apresentadora: Natália de Souza Arruda</i>	
ISÓTOPOS NATURAIS DE RÁDIO APLICADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	57
<i>Apresentadora: Marta Lilian Victorino Patricio</i>	
MINERALIZAÇÃO HIPOGÊNICA DE FERRO NA MINA DE ABÓBORAS, QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.....	58
<i>Apresentador: Lorenzo Tebaldi Capelane</i>	
MODELAGEM DO FLUXO HÍDRICO NO AQUÍFERO SUPERIOR DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE: ESTRATÉGIAS PARA A PROTEÇÃO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DAS FONTES DA REGIÃO DO CARIRI (CE).....	59
<i>Apresentadora: Mariana Fávero Duarte</i>	

MODELAMENTO ESTRUTURAL E GEOFÍSICO DE DEPÓSITO DE SULFETOS DE Cu NA REGIÃO DAS MINAS DO SEIVAL, ESCUDO SUL-RIOGRANDENSE (RS).....60

*Apresentadora: Ana Flávia da Silva Araujo*

RESTRICÇÕES GEOQUÍMICAS E GEOCRONOLÓGICAS U-Pb NOS SISTEMAS “SOURCE-TO-SINK” RESPONSÁVEIS PELA ORIGEM DA FORMAÇÃO TATUÍ NO ESTADO DE SÃO PAULO, EOPERMIANO DA BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ..... 61

*Apresentador: Rafael Francisco Hartung*

VARIAÇÃO ISOTÓPICA DA PRECIPITAÇÃO E SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NA AMAZÔNIA CENTRAL: UMA ANÁLISE BASEADA NO AGRUPAMENTO DE TRAJETÓRIAS DE MASSAS DE AR..... 62

*Apresentadora: Rafaela Rodrigues Gomes*

VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA DA PRECIPITAÇÃO NA PORÇÃO CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO: 10 ANOS DE OBSERVAÇÃO CONTÍNUA..... 63

*Apresentadora: Amanda Rodrigues Soares*

WATER SYSTEM COMPLEXITY RELATED TO CLIMATE CHANGE AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OBSERVED IN THE BAIXO PARDO GRANDE BASIN, NORTHEASTERN SÃO PAULO, BRAZIL.....64

*Apresentadora: Carolina Stager Quaggio*

# EIXO TEMÁTICO I

EVOLUÇÃO CRUSTAL: CARACTERIZAÇÃO  
TECTÔNICA, MAGMÁTICA E METAMÓRFICA

## XV ENCONTRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

04 A 08 DE NOVEMBRO DE 2024



## EVOLUÇÃO P-T DE ROCHAS METASSEDIMENTARES DA SEQUÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR ANICUNS-ITABERAÍ, FAIXA BRASÍLIA SUL

Otávio Passo VIEIRA<sup>1</sup>; Regiane Andrade FUMES<sup>2</sup>; Rodrigo Prudente de MELO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), otavio.p.vieira@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), regiane.fumes@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), rp.melo@unesp.br

As rochas da Sequência metavulcanosedimentar Anicuns-Itaberaí localizada nas cercanias do município de Anicuns-GO estão geologicamente inseridas no contexto do segmento sul do Arco Magmático de Goiás na Faixa Brasília e são compostas por intercalação de xistos pelíticos, quartzitos, mármores, formações ferríferas e rochas metaultrabásicas. Os dados geoquímicos, isotópicos e geofísicos de trabalhos anteriores interpretam essas rochas, como associadas a sequência de bacia tipo *fore-arc* que foi acrescida a Faixa Brasília durante amalgamação do Gondwana ocidental, no entanto, são escassos os estudos focados no metamorfismo dessas rochas. Este trabalho tem como objetivo compreender a trajetória metamórfica P-T de xistos pelíticos, utilizando diagramas de fases isoquímicos e modelagem geotermobarométrica. Para este estudo, foram utilizados dados de duas amostras de granada-clorita-biotita-muscovita xistos, 23GO\_022-P1 e 23GO\_025-T1, que foram analisadas em microsonda eletrônica. Os dados obtidos foram processados no *software XmapTools*, resultando em mapas minerais quantitativos, e os valores de P-T foram modelados no *Bingo-Antidote* em que foram realizadas duas modelagens para cada amostra a primeira com a associação mineral granada, biotita, plagioclásio, muscovita e quartzo para o pico metamórfico e a segunda acrescentando a clorita ao retrometamorfismo. Os mapas minerais quantitativos forneceram a composição química (*Bulk composition*), que foram inseridos no *software Theriak-Domino* que gerou os diagramas isoquímicos no sistema químico MnNCKMASHTO. A associação mineral no pico metamórfico é composta por granada, biotita, plagioclásio, muscovita e quartzo, sendo estável em um intervalo de temperatura de 620-800 °C e pressão de 0,65 GPa a 1,3 GPa. A clorita é relacionada ao retrometamorfismo substituindo parcialmente os pórfiroblastos de granada e os cristais de biotita e é estável em condições de 450-580 °C e 0,4 GPa e > 1 Gpa. Os valores de P-T modelados pelo Bingo-Antidote indicam um pico metamórfico a 630,9 °C e 1,007 GPa, e o retrometamorfismo a 536,6 °C e 0,588 GPa para a amostra 23GO\_022-P1, e 654,2 °C e 1,198 GPa no pico metamórfico e 569,9 °C e 0,703 GPa no retrometamorfismo para a amostra 23GO\_025-T1. Esses resultados definem uma trajetória metamórfica P-T horária com a topologia calculada pelo Theriak-Domino e com a modelagem do Bingo Antidote indicando que os metassedimentos da Sequência Anicuns-Itaberaí foram metamorfizados em fácies anfíbolito e posteriormente exumados em fácies xisto verde. Esses dados fornecem uma compreensão mais aprofundada da evolução tectono-metamórfica do segmento sul do Arco Magmático de Goiás e da Sequência Anicuns-Itaberaí.

**Apoio:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

**Palavras-chaves:** Arco Magmático de Goiás; Theriak-Domino; XmapTools; Bingo-Antidote

---

Nível: Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Evolução Crustal: Caracterização Tectônica, Magmática e Metamórfica. Bolsista CAPES. Caracterização tectônica, magmática e metamórfica

## GEOCRONOLOGIA $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ EM FELDSPATOS E ÓXIDOS DE MANGANÊS: RECONSTRUÇÃO TERMOCRONOLÓGICA E EVOLUÇÃO DE RELEVO NO ORÓGENO BRASÍLIA SUDESTE

*Davi Diorio PARROTTI<sup>1</sup>; Fabiano Tomazini da CONCEIÇÃO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), davi.parrotti@unesp.br;

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), fabiano.tomazini@unesp.br

A termocronologia é um estudo baseado na história da evolução termal das rochas utilizando a história térmica de minerais que permite determinar variações de temperatura ao longo do tempo geológico. Este método é baseado na datação de sistemas radiométricos “absolutos”, os quais medem o resultado de um produto filho criado por decaimento radioativo em um mineral, relativo ao conjunto de elementos parentais. Esses sistemas de datações absolutas podem ser usados como termocronômetros se a temperatura na qual ocorre a reação quantitativa dos produtos filhos para cada mineral (temperatura de fechamento) for estabelecida. Como resultado, pode ser obtida a história de resfriamento de arcabouços geológicos por processos denudacionais. Complementarmente, a geocronologia  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  do intemperismo permite determinar as idades nas quais as rochas frescas chegam à superfície terrestre, bem como elucidar as condições paleoclimáticas e evolução de relevo na região a ser estudada. O Orógeno Brasília Sudeste (OBS) consiste em um cinturão orogênico Ediacarano gerado durante a colisão entre o Arco Magmático do Cráton Paranapanema e a margem passiva do Cráton São Francisco, sendo composta principalmente por espessas unidades metassedimentares bem como por rochas metaígneas e granitos subordinados. Além disso, associados ao embasamento cristalino no OBS, existem vários depósitos de manganês supérgenos, os quais foram gerados a partir do intemperismo químico de gonditos que pertencem ao Grupo Itapira. Este trabalho tem como objetivo usar a geocronologia  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  em feldspatos potássicos e óxidos de manganês para a reconstrução termocronológica e evolução de relevo no OBS. Para isso serão datados cristais de feldspato potássico, para obter sua idade de cristalização, além de usar a modelagem de difusão multidomínio de dados de isótopos de Ar adquiridos durante a datação  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  para traçar a história de resfriamento das rochas do embasamento cristalino no OBS. As idades  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dos depósitos de manganês supérgenos permitirão a compreensão do histórico de intemperismo, condições paleoclimáticas e evolução da paisagem no OBS. Assim, a combinação dos resultados das datações  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  por aquecimento incremental de rochas crustais e dos depósitos supérgenos de manganês da região a ser estudada permitirá a reconstrução da história de resfriamento da crosta em profundidades intermediárias até a superfície da Terra. Essa abordagem introduz restrições quantitativas para desvendar as histórias iniciais de elevação e desnudamento do Orógeno Brasília Meridional e dos processos geodinâmicos associados a essa região.

**Palavras-chaves:** Termocronologia, Orógeno Brasília Meridional, Datação  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ .

---

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa: Evolução Crustal: caracterização tectônica, magmática e metamórfica.

Bolsista CNPq

## Modelo Tectono-estrutural do Graben do Serrote, Saltinho – SP

*Saul Hartmann RIFFEL<sup>1</sup>; Norberto MORALES<sup>1</sup>; George Luiz LUVIZOTTO<sup>1</sup>, Iata Anerson de SOUZA<sup>1</sup>, Viviane Barbosa GIMENEZ<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Unesp Rio Claro – saul.riffel@unesp.br, n.morales@unesp.br, george.luvizotto@unesp.br, iata.anderson@unesp.br, v.gimenez@unesp.br

Estudos estruturais realizados em rochas da Formação Irati permitiram a caracterização do controle das falhas e das fraturas na acumulação de hidrocarbonetos. A Mineração Amarel Machado está localizada na região de Saltinho - SP, onde é explorado o calcário dolomítico em uma camada homogênea de cerca de 3 metros de espessura, recoberta por folhelhos ricos em matéria orgânica e intercalados com camadas centimétricas de calcários e de silexitos. Na área está localizada a estrutura de Jibóia, uma estrutura regional alongada na direção N40W cuja porção sul, na localização das pedreiras, apresenta as características de um gráben, chamado Gráben do Serrote. No interior da estrutura há presença de juntas com forte exsudação de hidrocarboneto, selado pelas zonas de falha e pelos folhelhos que sobrepõe o nível de dolomito. A delimitação da estrutura, feita na década de 70 contou muito com a interpretação de informações indiretas, como variação de solo e lineamentos por imagens aéreas, método que permite mapear com precisão apenas variações diretas de Formações, deixando margem para um refinamento com a presença de novos afloramentos e reinterpretação a partir de novos dados estruturais. A estrutura em questão também está associada ao chamado Lineamento Tietê, com direção levemente inclinada, mas inserido a zona onde os lineamentos do Tietê tem influência. O presente trabalho tem como objetivo contribuir com um melhor entendimento da formação da estrutura, regime tectônico associado e períodos de reativação das falhas. Com estas informações se pretende definir a sequência de eventos e fenômenos para a deformação da estrutura, migração e acúmulo de hidrocarboneto. Para obter tais resultados, foram realizados trabalhos de campo com levantamento litoestrutural e descrição em detalhe da relação do hidrocarboneto com as estruturas, reinterpretação da estrutura baseado em lineamentos e dados estruturais e a datação das calcitas precipitadas em falha, posicionando os eventos na escala de tempo geológica. Como resultado foi feita uma reinterpretação da estrutura como flor negativa associada a uma transcorrência destal paralela ao Lineamento Tietê e idades de falhamento em diversos momentos entre 84 e 24 Ma. com o acúmulo de hidrocarboneto associado ao mesocretáceo.

**Palavras-chaves:** Análise Estrutural, Trapa Estrutural, Eletrorresistividade, Flora negativa, Datação de carbonatos.

## PETROGÊNESE E CORRELAÇÃO TECTÔNICA DAS ROCHAS DE TEMPERATURA ULTRA ALTA DO ORÓGENO BRASÍLIA MERIDIONAL ATRAVÉS DA PETROCRONOLOGIA E DO ESTUDO DE INCLUSÕES DE FUNDIDO E FLUIDOS

*George William CLEMENCE JUNIOR<sup>1</sup> ; George Luiz LUVIZOTTO<sup>2</sup> ; Renato MORAES<sup>3</sup>; Bruna Borges CARVALHO<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista – george.clemence@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – george.luvizotto@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo – rmoraes@usp.br

<sup>4</sup>Università degli Studi di Padova – bruna.borgescarvalho@unipd.it

O estudo das rochas metamórficas de temperatura ultra alta é crucial para compreender o comportamento reológico e térmico da crosta inferior durante eventos geológicos extremos. Estas rochas formam-se em condições de temperatura acima de 900°C e pressão entre 0.7 e 1.3 GPa em condições de metamorfismo regional. Essas rochas foram identificadas em todos os continentes e em mais de 60 localidades, com idades do Arqueano ao Fanerozoico, mas estão associadas, principalmente, a evolução crustal pré-cambriana. No Brasil, ocorrem cinturões metamórficos, como o Orógeno Brasília Meridional, que experimentaram essas condições extremas durante sua evolução. Apesar de muito estudo, o ambiente tectônico e a origem do metamorfismo de ultra alta temperatura ainda é debatida, porém esse tipo de metamorfismo é atribuído a ambientes de retroarco e colisão continental. Diversas técnicas, como termobarometria convencional, modelagem metamórfica e análise de elementos traço em minerais acessórios, são empregadas para entender a formação dessas rochas. A associação destes dados à geocronologia vem sendo amplamente utilizado, sendo denominada de petrocronologia, dessa maneira, sendo possível conectar essas informações às causas tectônicas. Rochas que experimentaram condições de anatéticas podem apresentar inclusões de material fundido ou de fluidos em minerais peritéticos. Estas inclusões podem ser capturadas durante o caminhamento progressivo do metamorfismo ou durante o resfriamento e consumo do fundido. A maioria das inclusões de fundido possuem composição semelhantes à de granitos, podendo indicar condições pristinas do fundido anatético primário, sendo testemunhos iniciais da formação de granitos. Inclusões de fluidos primários podem, por sua vez, dar informações importantes sobre o regime de fluido durante eventos térmicos extremos. Apesar de diversos estudos relacionados a rochas de ultra alta temperatura terem sido realizados nas últimas décadas, algumas questões acerca da sua natureza, identificação e gênese ainda precisam ser abordadas, como a eficácia de geotermômetros de elementos traço, afinidade tectônica, gênese do metamorfismo de ultra alta temperatura, variação química entre granulitos e composição dos magmas gerados, ainda persistem. Dessa maneira, o projeto visa preencher essas lacunas, focando em estudos petrocronológicos e de inclusões de fundido e fluidos em rochas que experimentaram condições de temperatura extremas do Orógeno Brasília Meridional, representadas pelo Complexo Anápolis-Itauçu e Nappe Socorro-Guaxupé.

**Apoio:** CNPq – Processo 141394/2023-4 e FAPESP – Processo 2023/07347-8

**Palavras-chaves:** Petrocronologia, Inclusão de Fundido e Fluido, Petrogênese

# EIXO TEMÁTICO II

GEOLOGIA DO QUATERNÁRIO E PROCESSOS  
EXÓGENOS

## XV ENCONTRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

04 A 08 DE NOVEMBRO DE 2024



## A DINÂMICA EVOLUTIVA DAS FORMAÇÕES SUPERFICIAIS ARENOSAS SOBRE A FM. CORUMBATAÍ NA DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA

*Vanessa Silva dos SANTOS<sup>1</sup>; Vania ROSOLEN<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Campus de Rio Claro, vanessasilva.santos@unesp.br; vania.rosolen@unesp.br

As formações superficiais refletem registros dos processos de intemperismo e de retrabalhamentos por processos pedogenéticos e geomorfológicos, que são essenciais para a reconstrução da história da paisagem. Na Zona do Médio Tietê da Depressão Periférica Paulista, a ocorrência de materiais areno-quartzosos é bastante frequente dentro dos limites do município de Rio Claro. Comumente, recobrem colinas com topos aplainados e encostas convexas subniveladas entre 600 e 700 metros de elevação. A dinâmica evolutiva da paisagem, incluindo os produtos gerados por essa evolução geológica e geomorfológica ao longo do tempo, ainda não é totalmente compreendida nessa área. No topo e terço superior das encostas, desenvolveram-se solos extremamente arenosos e quartzosos sobre sedimentos silto-argilosos intercalados com lentes arenosas da Formação Corumbataí da Supersequência Gondwana I da Bacia do Paraná. Esses materiais apresentam clara tendência à esqueletização e podem estar relacionados a desequilíbrios estruturais e geoquímicos causados pela drenagem lateral interna direcionada à depressão topográfica isolada. Compreender a formação e a dinâmica dessas coberturas superficiais permite reconstruir os processos de longo prazo responsáveis pela evolução da paisagem. Estudos realizados não correlacionam diretamente a gênese dessas formações superficiais com o substrato rochoso, tampouco na evolução dos materiais de cobertura nessas depressões topográficas. Essas características podem indicar desequilíbrios nas coberturas superficiais devido a mudanças paleoclimáticas ou tectônicas. O objetivo da pesquisa é fornecer uma visão mais profunda sobre a origem e evolução das formações superficiais que cobrem os topos aplainados no entorno de pequena depressão topográfica isolada. Para isso, foi realizado estudo morfológico detalhado de amostras de solo e rocha coletadas por tradagem em quatro pontos representativos ao longo de uma encosta. A composição química das amostras foi determinada por fluorescência de raios-X (FRX) e a mineralógica para a fração total e fração fina orientada (incluindo os argilominerais) por difração de raios-X (DRX). Os dados da composição química total obtidos por FRX, foram normalizados para óxidos e usados no cálculo de vários índices geoquímicos: índice químico de alteração (CIA), índice de intemperismo (CIW), índice de dessilicação (DI) e índice de alteração mineralógica (MIA). A análise morfológica e de superfície dos grãos de quartzo em microscópio eletrônico de varredura (MEV) ajudaram na interpretação das características deposicionais do material de origem e dos mecanismos de transporte que ocorreram ao longo do tempo. O estudo dos parâmetros texturais dos grãos revelou evidências dos ambientes sedimentares e das condições de intemperismo a que os materiais foram submetidos. Os resultados desta pesquisa podem contribuir significativamente para o conhecimento sobre a gênese e evolução das coberturas superficiais na Depressão Periférica Paulista. E também contribuirá para um maior entendimento da dinâmica das paisagens tropicais em relação às depressões topográficas isoladas que estruturam as formações superficiais. Embora as análises ainda estejam em andamento, os dados coletados permitirão caracterizar e diferenciar as coberturas, interpretar sua evolução e estágio de intemperismo.

**Apoio:** Programa de Treinamento de Recursos Humanos em Geologia do Petróleo – Unesp – PRH 40.1-ANP, com investimento financeiro de empresas petrolíferas qualificadas na Cláusula de PD&I da ANP (Resolução nº 50/2015)

**Palavras-chaves:** Formações Superficiais; Intemperismo; Paisagem Tropical

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de pesquisa – Geologia do Quaternário e Processos Exógenos – Departamento de Geologia Bolsista PRH 40.1

## DATAÇÃO U-PB *IN-SITU* DE CARBONATOS PEDOGÊNICOS E DENTES QUATERNÁRIOS DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS DO VALE DO ZARQA, JORDÂNIA

João Carlos CERQUEIRA<sup>1</sup>; Giancarlo SCARDIA<sup>2</sup>; Nick M. W. ROBERTS<sup>3</sup>;  
Francisco Sérgio Bernardes LADEIRA<sup>4</sup>; Fabio PARENTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), joao.cerqueira@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), giancarlo.scardia@unesp.br

<sup>3</sup>British Geological Survey, nirob@bgs.ac.uk

<sup>4</sup>Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), ladeira@unicamp.br

<sup>5</sup>Universidade Federal do Paraná (UFPR), scriptoriumparentii@gmail.com

Datar carbonatos e fosfatos quaternários além do limite superior do método de séries de U (aprox. 500 ka) é um desafio, mas estudos recentes mostraram o potencial do método de datação U-Pb *in-situ* utilizando LA-ICP-MS. Materiais terrestres alterados e produzidos por processos pedogênicos são particularmente desafiadores, pois geralmente são ricos em Pb comum e pobres em U; no entanto, eles fornecem algumas das raras oportunidades de datar diretamente importantes artefatos arqueológicos. Nosso objetivo é confirmar e atualizar o modelo de idade dos terraços fluviais que evidenciam a mais antiga presença de homínidos na Ásia, mais especificamente no Vale de Zarqa, Jordânia. Nossa abordagem é de (1) realizar análises LA-ICP-MS de U-Pb em alguns carbonatos pedogênicos (calcrete) que cobrem os depósitos contendo artefatos e fósseis de *Mammuthus meridionalis*; e (2) avaliar a estimativa da razão de atividade (RA) 234U/238U necessária para a correção das idades U-Pb de materiais jovens (<10 Ma). Foram analisados o calcrete laminar do sítio arqueológico 404, incluindo as micromorfologias de esferulitos, estrutura alveolar-septal, e fraturas de calcitas (*cracks*), os *cracks* do calcrete maciço de vertente (Z41) e o molar de um mamute. A idade obtida do calcrete da 404 foi de  $1,93 \pm 0,63$  Ma ao agrupar os resultados das diferentes micromorfologias, interpretadas como singenéticas. Esta estratégia deve-se a variação na razão de U/Pb dessas morfologias, sendo baixa (<5) para os esferulitos, média (4-40) para estruturas alveolar-septal e média a alta (4-230) para os cracks, o que proporciona uma boa distribuição no diagrama Tera-wasserburg, essencial para uma idade precisa no intercepto inferior da regressão linear. Já o calcrete Z41 foi datado em  $1,2 \pm 0,63$  Ma, o que indica uma possível idade mais jovem para calcretes na vertente dos terraços. Por último, para se obter a idade no molar do mamute foi realizado um mapeamento elementar no LA-ICP-MS para discernir entre áreas alteradas e propícias à datação. As áreas selecionadas para datação possuem  $238\text{U}/206\text{Pb} > 2,5$ ,  $31\text{P}/27\text{Al} > 1000$ ,  $88\text{Sr}/55\text{Mn} > 10$ ,  $\text{Th} < 0,05$  ppm,  $\text{Y} < 5$  ppm e  $\text{Pb} < 8$  ppm. A partir desse critério, a idade obtida foi de  $2,59 \pm 0,54$  Ma. As idades do calcrete do sítio 404 e do mamute concordam com o modelo de idade anterior para o topo dos terraços com artefatos arqueológicos, onde a base é datada em  $2,52 \pm 0,01$  Ma (Ar-Ar em basalto) e o topo em  $1,98 \pm 0,2$  Ma (U-Pb em calcrete). Foi observado também que calcretes cobrindo vertentes podem representar fases mais recentes da pedogênese, como visto no Z41. Também foi verificada que a estimativa da RA 234U/238U inferida desde o último trabalho para o vale é de  $1,5 \pm 0,5$ , sendo responsável por adicionar cerca de 20% de incerteza nas idades obtidas, por conta de sua grande imprecisão. Assim, novas RA precisam ser obtidas para uma adequada correção das datações U-Pb no Vale do Zarqa e a obtenção de idades mais precisas através desse método.

**Apoio:** Fundação de Amparo ao Pesquisador do Estado de São Paulo (FAPESP)

**Palavras-chaves:** Datação U-Pb, Carbonato pedogênico, Migração de homínidos

---

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Geologia do quaternário.  
Bolsista FAPE

## DENSE MONOSPECIFIC BRACHIOPOD SHELL ACCUMULATIONS IN THE SÃO PAULO BIGHT: TAPHONOMICAL, SEDIMENTOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

Ana Maria SFORCIN<sup>1</sup>; Marcello Guimarães SIMÕES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geologia, Rio Claro, SP; ana.sforcin@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Biodiversidade e Bioestatística, Botucatu, SP; marcello.simoies@unesp.br

Brachiopod shells in shallow marine environments typically do not produce suficiente carbonate, nor persist long enough, to form densely packed shell accumulations. Indeed, in modern shallow seas, brachiopod skeletal remains tend to disintegrate within a few years to decades (c. 2,000 years in the taphonomically active zone, TAZ) due to bioerosion, dissolution and physical wear. As a result, the formation of dense brachiopod concentrations requires sustained populations with high densities. Hence, brachiopod carbonate accumulations are generally considered rare, especially during the Cenozoic. However, skeletal brachiopod concentrations are prominent in the marine fossil record and have been documented across a wide range of sedimentary facies in Phanerozoic strata, offering valuable baseline data for taphonomy, stratigraphy, sedimentology, and (paleo)environmental reconstructions. In this study, we demonstrate that the small-sized, living terebratulid brachiopod *Bouchardia rosea* (Mawe, 1823), the most common brachiopod species in benthic assemblages of the Brazilian shelf (southeast Atlantic Ocean), formed several centimeter-thick, densely packed accumulations in shallow siliciclastic-carbonate environments along distinct settings of the São Paulo Bight. These accumulations originate from low-energy, muddy bottoms in a sheltered bay (Caraguatatuba Bay); fine sands in shallow (37 meters) open ocean bottoms (Cananéia coast), and high-energy, coarse sand bottoms from the swash zone of Itamambuca Beach. Other occurrences are also known in the Ubatuba and Picinguaba bays. In total, 1.451 shells were examined for 10 taphonomic variables (e.g., articulation, fragmentation, abrasion, corrosion, edge modification, bioerosion, encrustation, surface texture, luster and color alteration) from three main accumulations. These are nearly monospecific concentrations, as follows: Type A concentration (Caraguatatuba Bay; n= 284) is characterized by a strong 50/50 valve deviation (with brachial shells predominating), intense shell dissolution (where all shells are corroded or partially corroded), and notable color alteration (100% of the shells). This represents an intrinsic sedimentological and diagenetic concentration, where bioclasts transported laterally to fine substrates, indicated by the biased predominance of one valve (e.g., brachial), have resided for an extended period in the taphonomically active zone. The dissolution has resulted in the development of deeply dissolved shell surfaces and gray to brown discoloration (82.7 and 15.8%, respectively), leaving all shells with faded valve surfaces. Type B concentration (Itamambuca Beach; n= 717) is an intrinsically sedimentologic, allochthonous accumulation characterized by shells with a strong 50/50 valve deviation (biased by pedical valves) and high rates of abrasion (51.7%), resulting from prolonged shell exposure in the swash zone. Type C concentration (Cananéia coast; n= 450) represents a transition from sedimentologic to extrinsically biologic accumulation, exhibiting high levels of brownish (52.5%) and bleached (26%) discoloration and corrosion (99.1%). Overall, shell taphonomic alteration is low compared to the two other accumulations, although shells displaying chalkiness indicate prolonged residence time in the TAZ. This is further evidenced by the common presence of encrustation (28.2%) and shells with borings (54.7%). Consequently, differences in brachiopod shell degradation between habitats along the coast of São Paulo are significant for most taphonomic attributes. We suggest that these attributes have considerable spatial and temporal relevance for taphofacies and paleoenvironmental analysis.

**Apoio:** CNPq

**Palavras-chaves:** *Bouchardia rosea*, São Paulo Bight, Taphonomy

---

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Geologia do Quaternário e processos exógenos. Bolsista CNPq



## DETERMINAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MERCÚRIO ( $Hg^{2+}$ ) e METILMERCÚRIO (MeHg) EM TETRÁPODES MARINHOS COLETADOS NA BACIA DE SANTOS BRASIL

*Henrique Dias PETROVICH<sup>1</sup>; Amauri Antonio MENEGÁRIO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, h.petrovich@unesp.br;

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, amauri.antonio-menegario@unesp.br;

A Bacia de Santos é uma das mais importantes bacias sedimentares do Brasil, uma área rica em biodiversidade, com espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Com a descoberta de vastas reservas de hidrocarbonetos na camada do pré-sal, a bacia tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento da indústria de petróleo e gás natural no país. As atividades industriais associadas à exploração e produção de hidrocarbonetos podem ter impactos significativos no meio ambiente marinho e nos ecossistemas costeiros, podendo liberar contaminantes metálicos no ambiente, como a produção e transporte de petróleo, perfuração de poços *offshore* em águas profundas, a instalação de plataformas de exploração, a produção e extração dos hidrocarbonetos, entre muitas outras. Dentre esses metais, está o mercúrio, metal não essencial que pode ser encontrado naturalmente na crosta terrestre, mas também é liberado pela atividade humana, principalmente pela queima de combustíveis fósseis, mineração e uso de pesticidas. É altamente tóxico e pode causar danos ao sistema nervoso, imunológico e cardiovascular, além de afetar a reprodução e desenvolvimento de organismos, sendo de extrema importância se estudar sua disponibilidade nos ambientes e seres vivos. No entanto a determinação de mercúrio total não é suficiente para caracterizar o grau de contaminação pelo elemento. No meio ambiente, o mercúrio pode sofrer transformações químicas e biológicas como a metilação por microrganismos, formando diferentes espécies com graus variados de toxicidade. Essas espécies podem ser divididas em dois grupos: orgânicas e inorgânicas. As espécies orgânicas, compostos organometálicos, como o metilmercúrio (MeHg), são as mais tóxicas e podem bioacumular e biomagnificar ao caminhar pelos diferentes níveis tróficos. Afetando principalmente animais de topo de cadeia e de níveis mais elevados, como os que se alimentam de peixes e demais organismos marinhos. A pesquisa em questão analisará amostras de tetrápodes recém-falecidos ou que não resistiram ao resgate, advindos do Programa de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) em parceria a um projeto com a Petrobras, a fim de determinar e quantificar a presença de metilmercúrio nestes organismos e, caso haja contaminação, discutir quanto às possíveis causas desta com a produção de petróleo na bacia. O método desenvolvido e adaptado para a análise utiliza Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) acoplado à Espectrometria de Fluorescência Atômica com Geração de Vapor Frio (CVAFS), já utilizada amplamente para especiação de mercúrio, tendo se mostrado o método mais sensível e de baixo custo. O acoplamento HPLC-CVAFS está sendo utilizado em conjunto com técnicas de oxidação e redução *online* (em fluxo). Espera-se que as determinações das concentrações das diferentes espécies de mercúrio variem entre as espécies de tetrápodes, onde uma maior presença de MeHg indicaria um comprometimento às formas de vida marinhas e toda sua rede trófica. Além disso, espera-se observar padrões entre as razões de  $Hg(II)$  e metilmercúrio em animais com diferentes níveis tróficos. Finalmente, espera-se inferir sobre as possíveis consequências das atividades relacionadas a produção de petróleo presente na região na biota, mais consistentemente, em relação a trabalhos baseados na determinação mercúrio total.

**Apoio:** FAPESP, Petrobras, PMP-BS, PRH-ANP

**Palavras-chaves:** Especiação de mercúrio, contaminação marinha, metilmercúrio

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio, Geologia do Quaternário e Processos Exógenos.

Bolsista PRH-ANP 40.1

## DIAGNÓSTICO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DE ÁREAS ÚMIDAS GEOGRAFICAMENTE ISOLADAS NA DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA

*Francielli Maria Vieira de CARVALHO<sup>1</sup>; Vania Silvia ROSOLEN<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP); francielli.carvalho@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP); vania.rosolen@unesp.br

As áreas úmidas geograficamente isoladas (AUGIs) são ecossistemas importantes no que tange a sustentabilidade hídrica, uma vez que funcionam como reservatórios de água e por contribuírem para a recarga de aquíferos. Ao mesmo tempo, apresentam uma resiliência reduzida e limitada capacidade para resistir a alterações naturais ou antrópicas. Infelizmente, esses ambientes não são levados em conta nas estratégias de planejamento e conservação ambiental. Na Depressão Periférica Paulista existe uma quantidade significativa de AUGIs, tendo sido identificada mais de 20 delas em uma pequena delimitação regional, na qual a Sub-bacia do Corumbataí está inclusa. A região estudada enfrenta desafios críticos relacionados à baixa disponibilidade de água e ao uso excessivo dos aquíferos, situação que torna mais urgente a conservação das zonas úmidas, uma vez que esses ambientes podem contribuir para a sustentabilidade hídrica. Perante tal realidade, este estudo visa diagnosticar a vulnerabilidade ambiental das AUGIs previamente identificadas no recorte espacial supracitado. A unidade de análise escolhida foi a bacia de contribuição desses ecossistemas, visto que é o limite onde ocorrem as entradas e saídas hidrológicas que impactam diretamente na formação das áreas alagadas e no estoque de água superficial e subterrânea. Para realizar o diagnóstico, foram considerados os seguintes fatores: uso da terra, padrões de precipitação, pedologia e declividade. Com os resultados obtidos será possível elencar as áreas úmidas prioritárias para conservação.

**Palavras-chaves:** Áreas úmidas geograficamente isoladas; Vulnerabilidade Ambiental; Sustentabilidade Hídrica

## INTERPRETAÇÕES DOS PULSOS CLIMÁTICOS DO QUATERNÁRIO EM SEDIMENTOS FLUVIAIS DA SERRA DO CIPÓ (MG)

*Mateus Fagundes CAGNIN<sup>1</sup>; Fabiano Tomazini da CONCEIÇÃO<sup>2</sup>; Cláudio Eduardo  
LANA<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista – mateus.cagnin@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – fabiano.tomazini@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – claudiolana@ufop.edu.br

As mudanças climáticas têm sido fonte de diversos estudos em toda comunidade científica, sobretudo numa tentativa de mitigar o impacto humano sobre elas. Sabe-se que o período Quaternário é marcado por diversas mudanças climáticas, onde no final do Pleistoceno o planeta passou por uma fase de glaciação e, posteriormente, no Holoceno, houve um aquecimento global culminando no clima atual. Porém, essa mudança em escala local ainda não é bem determinada no Brasil. Os depósitos fluviais formados durante os diferentes contextos climáticos carregam características texturais distintas, as quais podem ser usadas para compreender esta dinâmica ao longo do tempo geológico. Dessa maneira, o estudo faciológico dos sedimentos depositados na borda oeste da Serra do Cipó (MG) e as idades de deposições permitiram indicar os possíveis cenários paleoclimáticos predominantes durante suas estruturações. A Serra do Cipó é uma denominação local da Serra do Espinhaço Meridional, estruturada durante o evento Brasileiro que bordejia a porção sudeste do Cráton São Francisco. A região é dominada por quartzitos impuros, pelitos e carbonatos pertencentes aos Supergrupos Espinhaço e São Francisco (Grupos Macaúbas e Bambuí). Para isso, quatro depósitos sedimentares foram estudados, contemplando a granulometria e principais estruturas sedimentares presentes, além da realização da datação por Luminescência Óptica Estimulada (LOE). As idades obtidas foram comparadas com trabalhos de espeleotemas, palinologia e terraços fluviais em áreas adjacentes, num esforço de compreender o contexto climático regional atuante durante a deposição. Os sedimentos da borda ocidental revelam variações climáticas nos últimos 50 mil anos, possivelmente relacionadas a pulsos climáticos do último evento climático do Pleistoceno (Último Máximo Glacial) e pulsos climáticos do Holoceno Tardio. Entre ~ 50 e ~ 25 Ka, o clima foi predominantemente seco, marcado pela presença de sedimentos na faixa de matacã a seixo similares a barras de leite, com possíveis períodos úmidos intercalados que não ficaram registrados. Após o período de seca, houve um período mais úmido relacionado à intensificação dos Sistemas de Monções da América do Sul (SAMS), entre ~ 18 e ~ 10 Ka marcado por sedimentos silto-argilosos. Em ~ 7,5 Ka, ocorreu a deposição de colúvios sobre alguns depósitos, associados a um clima mais úmido. Por volta de ~ 5 Ka, houve o retorno a condições mais secas, marcada por sedimentos na fração de seixo a cascalho, enquanto outra cobertura por colúvio de ~ 2 Ka reflete o clima semiúmido atual.

**Apoio:** CAPES, IGCE/UNESP.

**Palavras-chaves:** Depósitos sedimentares, Paleoclima, Pulsos Climáticos

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Geologia do Quaternário e Processos Exógenos.

Bolsista CAPES

## RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA POLUIÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM SEDIMENTOS FLUVIAIS DEVIDO À ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO, SÃO PAULO

*Sarah Gomes LACERDA<sup>1</sup>; Fabiano Tomazini da CONCEIÇÃO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>UNESP – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.  
sarah.lacerda@unesp.br

<sup>2</sup>UNESP – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.  
fabiano.tomazini@unesp.br

A poluição por microplásticos (MPs) é um problema ambiental crescente em diversos ecossistemas e se tornou uma preocupação mesmo nos habitats mais remotos. Os corpos de água doce são um dos principais canais de entrada para poluentes no ambiente marinho, sendo os trabalhos que incluem MPs em sedimentos de diferentes ecossistemas ainda considerados incipientes, especialmente no Brasil. O sedimento é um compartimento importante a ser avaliado, já que os MPs tendem a se depositar em conjunto com as partículas sedimentares no fundo dos leitos fluviais. O método do  $^{210}\text{Pb}$  permite a datação de sedimentos, coletados em barramentos artificiais ou rios, e em outros ambientes, para a reconstrução histórica da entrada de contaminantes e/ou poluentes derivados de atividades urbanas, industriais e agrícolas em bacias hidrográficas. Dada a complexidade da natureza do sedimento e dos MPs, e sua grande interação com a biota, iniciativas de pesquisa global e interdisciplinar são necessárias para lidar com as preocupações emergentes dessa temática, visando ampliar o conhecimento científico, para assim, subsidiar ações de mitigação e controle desse tipo de poluição. O objetivo deste trabalho é usar a Geocronologia  $^{210}\text{Pb}$  para a reconstrução histórica da poluição de MPs em sedimentos fluviais e avaliar sua relação com as diferentes atividades de uso e ocupação do solo na área do município de Rio Claro, São Paulo, e região. Para isso, foi feita a quantificação e caracterização dos MPs ao longo de três perfis de sedimento de fundo coletados no Rio Corumbataí. A cronologia de deposição e a taxa de sedimentação foram avaliadas pelo método do  $^{210}\text{Pb}$ , com a taxa de sedimentação determinada com base no modelo de taxa de acumulação constante – CRS. As idades obtidas nos perfis compreenderam o intervalo de 1954 a 2020. Observou-se uma variação nas quantidades e tipos de MPs em função da localização dos pontos amostrados. Os maiores valores quantificados nas amostras correspondem ao ano de 2012 e possivelmente esse resultado está relacionado a um evento de inundação ocorrido na região nesse ano devido a altos índices de pluviosidade. O município de Rio Claro conta com diversas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), mas não há diminuição significativa dos valores de MPs após a data da instalação das ETEs, o que pode acontecer devido a maior parte dos MPs contabilizados serem partículas de pneus, que chegam aos rios por escoamento superficial, não passando pelo tratamento de esgoto. A quantidade e os tipos de partículas plásticas presentes nos sedimentos estão diretamente relacionados com as atividades de uso e ocupação do solo na região. A presença desses poluentes nos ecossistemas de água doce e terrestres ainda precisa de mais estudos, principalmente em comparação com os ambientes marinhos. É de grande importância compreender seu comportamento, de onde estão vindo, seu transporte, e sua deposição. Os sistemas de tratamento de esgoto têm um papel imprescindível na remediação desse problema crescente, a retenção de uma grande parte dos MPs acontece, mas essa eficiência ainda precisa aumentar.

**Apoio:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

**Palavras-chaves:** Poluição, Uso e ocupação do solo, Geocronologia

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Geologia do Quaternário e Processos Exógenos. Bolsista CAPES

# EIXO TEMÁTICO III

## ORIGEM E EVOLUÇÃO DE BACIAS SEDIMENTARES

# XV ENCONTRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

04 A 08 DE NOVEMBRO DE 2024



## ANÁLISE DE PROVENIÊNCIA E QUIMIOESTRATIGRAFIA ELEMENTAR DE DEPÓSITOS MARINHOS PROFUNDOS NO SISTEMA DE CÂNIONS WATU, BACIA DO ESPÍRITO SANTO

*Caíque GIOVANNI<sup>1</sup>; Sergio CAETANO-FILHO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP); caique.giovanni@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP); s.caetano-filho@unesp.br

Turbiditos são depósitos sedimentares formados pela ação de correntes de turbidez, em eventos deposicionais de curta duração, encontrados sobretudo ao longo de taludes e planícies abissais, áreas de difícil acesso em função das altas profundidades e da escala de tempo geológica limitada. Entendemos hoje, que a conhecida “sequência de Bouma”, não é capaz de encapsular a complexidade de um sistema turbidítico, visto a importância de fatores como área fonte e fisiografia para a heterogeneidade destes depósitos. Desse modo, torna-se evidente a importância do estudo de ambientes modernos para a compreensão destes processos, uma vez que as investigações realizadas antes da década de 1980 pautavam-se apenas em registros geológicos. O estudo e caracterização destes depósitos pode apresentar desdobramentos importantes para o mundo da geologia do petróleo, desde em campos petrolíferos atualmente em produção, no contexto do pós-sal das bacias da margem brasileira, assim como para o cenário atual das novas fronteiras exploratórias das margens nordeste e equatorial, com potenciais acumulações petrolíferas em reservatórios turbidíticos. Nesse contexto, o presente projeto de mestrado, insere-se no supra-projeto “Modelagem Numérica de processos sedimentares relacionados a fluxos gravitacionais em ambiente marinho profundo”, que tem como objetivo utilizar-se da modelagem numérica para a caracterização de fluxos turbidíticos a partir de depósitos provenientes de sistemas quaternários em bacias da margem continental brasileira. O projeto de mestrado em questão visa então contribuir com a caracterização dos sistemas turbidíticos por meio do estudo em ambientes modernos, utilizando-se da quimioestratigrafia em conjunto com o estudo de fácies, aplicados em turbiditos pleisto-holocênicos do Sistema de Cânions Watu, Bacia do Espírito Santo. A aplicação de assinaturas químicas, presentes nos sedimentos e rochas, através da quimioestratigrafia, nos permite estabelecer correlações estratigráficas, assim como traçar inferências paleoambientais e paleoclimáticas. Neste projeto, as variações químicas elementares serão fundamentais para a interpretação de mudanças climáticas, uma vez que tais razões, que são fundamentadas nas variações da composição mineralógica controladas pelo nível glacioeustático e pela intensidade do intemperismo nas áreas-fonte, podem ser utilizadas como ferramentas de proveniência. A construção dessas razões através da utilização de dados de Fluorescência de Raios-X (FRX), será então essencial, em conjunto com o estudo de fácies, para a correlação estratigráfica deste sistema, assim como na determinação de aspectos paleoclimáticos e paleoambientais. O projeto visa ainda avaliar o potencial das ferramentas geoquímicas elementares para a correlação de sucessões siliciclásticas, visando sua aplicação em reservatórios análogos, visto seu baixo custo e tempo de aquisição, compatíveis com a escala e volume de análises na indústria petrolífera.

**Apoio:** CAPES e Convênio UNESP-PETROBRAS, nº 0050.0121064.22.9/SAP 4600665934 - Processo 2022/0013-4, comandado pelo UNESPetro/IGCE/UNESP

**Palavras-chaves:** Turbiditos; Quimioestratigrafia; Análise de Proveniência; Bacia do Espírito Santo

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Origem e Evolução de Bacias Sedimentares.

Bolsista CAPES

## DEPÓSITOS FLUVIAIS DA FORMAÇÃO BOTUCATU E TWYFELFONTEIN: ANÁLISE DE FÁCIES E PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR EM SISTEMAS MARGINAIS DE ERGS

*Leandro Gustavo da Silva ALBINO<sup>1</sup>; Rodrigo Irineu CERRI<sup>1</sup>; Luciano  
ALESSANDRETTI<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Geologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rio Claro;  
(lg.albino@unesp.br); (rodrigo.cerri@unesp.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus de Monte Carmelo; (luciano.geors@gmail.com)

Durante o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior, amplas zonas áridas e desérticas ocupavam o supercontinente Gondwana, como resultado das condições de continentalidade do supercontinente. Um exemplo destas zonas é o Paleodeserto Botucatu, registrado na Bacia do Paraná, cujas rochas são predominantemente quartzo-arenitos eólicos. Elas exibem estratificação cruzada planar e acanalada de médio a grande porte, além de alta maturidade textural. Estratigraficamente equivalente à Formação Botucatu, a Formação Twyfelfontein, localizada na Bacia de Huab, também registra sedimentos eólicos e fluviais, ainda que apresente uma maior proporção de fácies fluviais e fluvio-eólicas, em comparação com a escassez de tais fácies na Formação Botucatu. As fácies fluviais são raras na Formação Botucatu, com ocorrências limitadas a pacotes pouco espessos de arenitos médios a grossos e arenitos conglomeráticos, interpretados como depósitos de fluxos torrenciais e correntes efêmeras nas margens da Bacia do Paraná. O presente trabalho integrou dados de seções colunares, análise de fácies, paleocorrentes e condições diagenéticas, além de análise de proveniência sedimentar *multi-proxy*, incluindo contagem de clastos, contagem modal e análise de minerais pesados. Cinco fácies sedimentares foram identificadas nas fácies fluviais da Formação Botucatu: (i) arenito maciço (Am); (ii) arenito conglomerático com estratificação cruzada acanalada (Aca); (iii) arenito conglomerático com laminação plano-paralela (Acp); e (iv) conglomerado arenoso com estratificação cruzada planar (Cac). Dessa forma, entendeu-se que essas fácies fluviais ocorreram em resposta às descargas de fluxos efêmeros que fluíam dos altos topográficos que bordejavam a Bacia do Paraná. A análise de paleocorrentes, baseada na orientação de clastos imbricados e nas estratificações cruzadas, revelou que a direção predominante de fluxo de sedimentos tenha sido para SE na Formação Botucatu. A contagem de litoclastos indicou uma forte relação com áreas-fonte metamórficas, com 81% dos clastos constituídos por xistos e 19% por quartzo de veio. A contagem modal utilizando o método Gazzi-Dickinson classificou os arenitos das formações Botucatu e Twyfelfontein como sublitanos e litarenitos, respectivamente, com o diagrama ternário sugerindo uma proveniência tectônica associada a orógenos reciclados. A análise de minerais pesados indicou que as amostras da Formação Botucatu possuem maior maturidade textural na base em relação ao topo, variando de submaturas a maduras, enquanto as amostras da Formação Twyfelfontein variam de imaturas a submaturas. A análise composicional estatística revelou uma distinção significativa entre as duas formações, devido à presença de óxidos de ferro e sobrecrescimentos sintaxiais de quartzo e feldspato nas amostras da Formação Botucatu, ausentes na Twyfelfontein. A análise estatística dos minerais pesados destacou importantes diferenças composicionais, em especial na presença de minerais como augita e hornblenda, mais comuns na Twyfelfontein. A análise de proveniência sedimentar dos arenitos da Formação Botucatu em comparação aos arenitos da Formação Twyfelfontein, auxiliou a refinar modelos de ambientes sedimentares em margens de bacias sedimentares. Além disso, obteve-se uma visão ampla dos padrões de dispersão sedimentar e dos processos deposicionais fluviais e pós-deposicionais atuantes durante a formação do paleodeserto Botucatu e na contraparte africana na Formação Twyfelfontein.

**Apoio:** Programa de Treinamento de Recursos Humanos em Geologia do Petróleo – PRH 40.1

**Palavras-chaves:** Paleodeserto; Sistema Fluvial; Proveniência sedimentar.

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa – Origem e Evolução de Bacias Sedimentares – Departamento de Geologia. Bolsista PRH 40.1

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE UM ESPÉCIMEN DE BAURUSUCHIDAE (CROCODYLIFORMES, MESOEUCROCODYLIA) DO CRETÁCEO SUPERIOR DO GRUPO BAURU

*Clóvis Heitor MENDONÇA JÚNIOR<sup>1</sup>; Reinaldo J. BERTINI<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>NEPV, DG, IGCE; UNESP, Rio Claro; clovis.mendonca-junior@unesp.br

<sup>2</sup>NEPV, DG, IGCE; UNESP, Rio Claro; reinaldo.bertini@unesp.br

Baurusuchidae é uma família de crocodyliformes pertencentes ao Clado Mesoeucrocodylia, conhecidos pelos restos datados do Cretáceo Superior, descobertos em arenitos fluviolacustres da Formação Adamantina, especialmente no Noroeste do Estado de São Paulo. São caracterizados por crânio comprimido lateralmente, com rostro curto, semelhante àquele dos Canoidea, e número reduzido de dentes chamados de zifodontes, achatados lateralmente e com bordas serrilhadas. O presente estudo busca realizar uma descrição completa do rostro de um crânio pertencente a um espécimen desta família, com o objetivo de confirmar, com maior precisão, se trata-se de um espécimen da espécie *Baurusuchus pachecoi*. Neste processo busca-se conseguir um conjunto mais completo de caracteres, pelos quais julgar se novos materiais fósseis devem ou não ser rotulados como uma nova espécie, ou se enquadram-se dentro dos parâmetros de uma pré-existente. O material em estudo foi coletado à Noroeste do perímetro urbano da cidade de General Salgado, Estado de São Paulo, ao final dos anos 1990, de sedimentos da porção superior da Formação Adamantina, cuja idade é neo-Campaniano / eo-Maastrichtiano, e encontra-se atualmente depositado no Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Paulo Milton Barbosa Landim”, no Campus Rio Claro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. O exemplar em questão se trata da parte anterior do crânio (rostro), e porção equivalente da mandíbula, ao redor da região da sínfise mandibular. Busca-se realizar a descrição deste espécimen com auxílio das medidas das dimensões dos diferentes elementos ósseos que compõem o rostro, além dos dentes preservados no exemplar, seguido da análise comparativa com base em outros exemplares de Baurusuchidae descritos na literatura para o Grupo Bauru. O uso de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) poderá ser efetuado, caso seja necessária a obtenção de melhores imagens para a realização da comparação morfológica. O grande tamanho do espécimen, em comparação com outros morfótipos de Baurusuchidae, previamente propostos para o Grupo Bauru, permite que uma abordagem envolvendo ontogenia, eventualmente de *Baurusuchus pachecoi*, possa ser implementada. Por meio destas atividades e comparações pretende-se identificar, com maior precisão, se o espécimen estudado pertence efetivamente à espécie *Baurusuchus pachecoi*. Bem como obter uma base de dados anatômicos e dimensionais, das porções constituintes do rostro do crânio, que poderá ser utilizada para auxiliar na identificação de novos espécimens. Não se descarta a possibilidade de alguma revisão preliminar dos demais espécimens de Baurusuchidae recolhidos do Neo-Cretáceo do Grupo Bauru, e rever exemplares cuja categorização, dentro de certas espécies, é duvidosa.

**Apoio:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 88887.991213/2024-00

**Palavras-chaves:** Baurusuchidae, Cretáceo Superior, Grupo Bauru

---

Nível: Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Origem e Evolução de Bacias Sedimentares. Bolsista CAPES

## HISTÓRICO DE PROPOSTAS TAXONÔMICAS DE NOTOSUCHIA (CROCODYLOMORPHA) NO GRUPO BAURU (NEO-CRETÁCEO / BACIA DO PARANÁ)

Pedro Akira KITAYAMA<sup>1</sup>; Reinaldo J. BERTINI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NEPV, DG, IGCE; UNESP, Rio Claro; pa.kitayama@unesp.br

<sup>2</sup>NEPV, DG, IGCE; UNESP, Rio Claro; reinaldo.bertini@unesp.br

Os Notosuchia compõem um grupo fóssil de Crocodylomorpha, presente principalmente em depósitos continentais do Cretáceo de Gondwana. São caracterizados morfologicamente por crânio e rosto curtos, com fenestras pré-orbitais, narinas terminais em posição horizontal ou bastante vertical, com ou sem fenestra maxilo-palatal, órbitas marcadamente laterais, série dentária curta e dentes hipertrofiados em pré-maxilares ou maxilares. O agrupamento foi originalmente criado para abrigar as espécies *Araripesuchus gomesii*, *Notosuchus terrestris* e *Uruguaysuchus aznarezi*, sendo representado em geral por morfótipos pequenos a médios, de hábito terrestre. Nos depósitos do Grupo Bauru, do Neo-Cretáceo da Bacia do Paraná, se concentra a maior diversidade de formas registradas para Notosuchia somando-se, até o momento, 16 espécies formalmente descritas, que se encaixam na definição morfológica original (sendo um número ainda maior se consideradas adicionalmente as formas inclusas em definições cladísticas posteriores), encontradas nas formações Araçatuba, Adamantina e Marília: *Sphagesaurus huenei*, *Mariliasuchus amarali*, “*Adamantinasuchus navae*”, “*Mariliasuchus robustus*”, “*Caipirasuchus montealtensis*”, *Armadillosuchus arrudai*, *Morrinhosuchus luziae*, *Caryonosuchus pricei*, *Labidiosuchus amicum*, “*Caipirasuchus paulistanus*”, “*Caipirasuchus stenognathus*”, “*Caipirasuchus minerius*”, “*Caipirasuchus attenboroughi*”, *Coronelsuchus civali*, *Eptalophosuchus viridi* e “*Caipirasuchus catanduvensis*”. Esta quantidade de táxons, a maioria proveniente da Formação Adamantina, chama a atenção para aspectos evolutivos e ecológicos destes animais nesta unidade geológica. Para verificar a conformidade desta grande ocorrência de espécies similares, neste mesmo contexto geológico, foi realizado um levantamento histórico das propostas taxonômicas de Notosuchia no Grupo Bauru, levando em consideração a compatibilidade entre caracteres diagnósticos propostos com os diferentes estados de preservação dos fósseis, o Princípio de Prioridade do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, e aspectos da variação morfológica intraespecífica esperada em espécies viventes de Crocodylomorpha. Foi observado que boa parte desta aparente diversidade está artificialmente inflada, havendo problemas na maioria das propostas taxonômicas, que incluem diagnoses a partir de caracteres ambíguos, aspectos passíveis de serem interpretados como variações morfológicas intraespecíficas, e em alguns casos, tendo como referência material-tipo severamente fragmentário, que não apresenta detalhes suficientes para a proposição de novos táxons. Esta superestimativa de espécies, caracterizada por um forte viés *splitter* no estudo de vertebrados do Grupo Bauru, representa um problema para uma compreensão mais parcimoniosa de Paleobiologia e Paleoecologia de notossúquios, o que interfere em sua interpretação filogenética, e consequentemente no entendimento de relações evolutivas entre Crocodylomorpha. Além disto, em alguns destes trabalhos, a falta de detalhamento litoestratigráfico dos horizontes de onde foram coletados os fósseis, pode ter induzido a erros na identificação das unidades geológicas de onde são provenientes o que, combinada a uma superestimativa do nível de endemismo dos morfótipos, limita a possibilidade do uso com acurácia destes fósseis como ferramentas para Bioestratigrafia.

**Apoio:** CAPES - 88887.822198 / 2023-00

**Palavras-chaves:** Notosuchia, Neo-Cretáceo, Grupo Bauru

---

Nível: Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Origem e Evolução de Bacias Sedimentares.

Bolsista CAPES

## INFLUÊNCIA DO LINEAMENTO TIETÊ NA PORÇÃO CENTRO-NORTE DA BACIA DE SANTOS INTERPRETADA A PARTIR DE DADOS SÍSMICOS E MÉTODOS POTENCIAIS

*Danielle Simeão Silverio ROCHA<sup>1</sup>; Giancarlo SCARDIA<sup>2</sup>; Iata Anderson de SOUZA<sup>3</sup>; Norberto MORALES<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), danielle.simeao@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), giancarlo.scardia@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), iata.anderson@unesp.br

<sup>4</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), n.morales@unesp.br

A Bacia de Santos, localizada na porção sudeste do Brasil, é uma região de grande relevância geológica, conhecida por abrigar um dos maiores reservatórios petrolíferos de águas profundas e ultraprofundas do mundo denominado Pré-sal. A formação desta bacia está intimamente relacionada ao processo de fragmentação do Gondwana, seguido pela abertura do Atlântico Sul durante o Mesozoico. Este complexo evento geológico resultou em uma porção rica em recursos petrolíferos, posicionando a Bacia de Santos como um pólo central na indústria de petróleo e gás. Apesar de sua importância, a interação entre a Bacia de Santos e estruturas continentais adjacentes, como o Lineamento Tietê, ainda é pouco explorada. O Lineamento Tietê é uma feição tectônica significativa, de direção NW-SE, associada a reativações sucessivas decorrentes do rifteamento. Este lineamento se estende pelo estado de São Paulo, desempenhando um papel crucial na configuração geomorfológica e tectônica da região. O presente trabalho visa compreender o impacto do Lineamento Tietê na estruturação e evolução da Bacia de Santos. Para isso, serão utilizados dados provenientes de poços, dados sísmicos 2D e 3D, bem como dados de métodos potenciais, como gravimetria e aeromagnetometria, obtidos pelo BDEP-ANP e pelo Serviço Geológico do Brasil. Por meio da interpretação de poços e dos dados sísmicos, será possível definir e identificar os principais intervalos cronoestratigráficos na área de estudo, assim como as feições estruturais. A partir do reconhecimento das formas geométricas e das principais estruturas deformacionais, será possível buscar associações das estruturas presentes na sequência deposicional com os traços do Lineamento Tietê. Também será possível reconhecer a influência da estrutura continental na evolução da bacia e, em função dos controles e deformações do trato deposicional, identificar eventuais reativações. A análise das interações entre as estruturas tectônicas continentais e os reservatórios de hidrocarbonetos pode revelar informações valiosas sobre a dinâmica interna da bacia e os processos que influenciam sua evolução. Dessa forma, contribui-se para um melhor entendimento dos processos que controlam a formação e a distribuição dos reservatórios de hidrocarbonetos na Bacia de Santos, otimizando estratégias de exploração e produção de petróleo e gás e assegurando um aproveitamento mais eficiente dos recursos naturais disponíveis.

**Apoio:** Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH 40.1 -ANP

**Palavras-chaves:** Bacia de Santos, Lineamento Tietê, Sísmica

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa: Origem e Evolução de Bacias Sedimentares.

Bolsista PRH-40.1

## MAGNETOESTRATIGRAFIA DO GRUPO BAURU NA REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO (MG)

*Gustavo Battaglini JOB<sup>1</sup>; Giancarlo SCARDIA<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Geologia, IGCE, UNESP, gustavo.job@unesp.br

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, IGCE, UNESP, giancarlo.scardia@unesp.br

O Grupo Bauru tornou-se conhecido por abrigar uma das mais significativas ocorrências fósseis do Cretáceo no Brasil, sendo particularmente rico em terópodes, saurópodes e crocodiliformes. Caracterizado por diversas propostas de subdivisão litoestratigráfica, o arcabouço da Bacia Bauru também carece de uma sólida atribuição cronoestratigráfica. Sob a ótica bioestratigráfica, a datação do Gr. Bauru tem sido baseada na paleontologia de vertebrados e invertebrados, que delimitou a sedimentação do grupo entre os andares Santoniano e Maastrichtiano. Porém, há alguns casos de divergência taxonômica e faltam espécies de alta resolução cronológica que permitam a datação relativa das unidades litoestratigráficas com acurácia. Nesse contexto lito e bioestratigráfico complexo, onde a interpretação da idade dos depósitos carece de avanços, foi realizado um estudo pioneiro da aplicação do paleomagnetismo na região de Uberlândia (MG), o qual encontrou polaridades inversas na base do Gr. Bauru, implicando que a deposição dessas unidades deveria ser mais jovem que a polaridade normal C34n (121-84 Ma), a partir do Campaniano superior. Através da análise de palinórfos amarrados à bioestratigrafia do Cretáceo das bacias costeiras do Brasil, outro trabalho atribuiu idade neo-Santoniana a eo-Campaniana (84-76 Ma) para a Fm. Uberaba e Maastrichtiana para a Fm. Marília. Por fim, um estudo magnetoestratigráfico no Estado de São Paulo permitiu datar a sedimentação do Gr. Bauru entre 80 e 72 Ma, porém sem encontrar as polaridades inversas anteriormente documentadas nas unidades basais. Diante do exposto, se faz necessário um estudo sistemático de paleomagnetismo na região do Triângulo Mineiro a fim de buscar registros de polaridades inversas, na hipótese de definir idades de deposição mais recentes que o Maastrichtiano inferior e mais antigas que o Campaniano superior. Assim, o objetivo deste projeto de pesquisa é aplicar o método do paleomagnetismo nas Formações Uberaba e Marília na região do Triângulo Mineiro (MG) com vistas a reproduzir e, possivelmente, estender a magnetoestratigrafia estabelecida para o Gr. Bauru no Estado de São Paulo. Serão levantadas seções geológicas compostas, descritos e amostrados cerca de 20 sítios, coletando de 6 a 8 amostras por sítio, totalizando a coleta de 120 a 160 amostras para análises em laboratório. As atividades laboratoriais consistem na preparação de espécimes paleomagnéticos, os quais serão submetidos a técnicas para a desmagnetização por aplicação de campo magnético alternado e desmagnetização térmica para a obtenção de dados vetoriais (declinação, inclinação e intensidade). Esses dados serão tratados e interpretados de acordo com os métodos estatísticos específicos (dispersão de pontos na superfície de uma esfera, análise de componentes principais e método dos círculos de remagnetização), para a obtenção dos paleopolos magnéticos, correlação com as cronozonas de polaridade magnética, e a determinação da idade das unidades litoestratigráficas. O aprimoramento da idade do Grupo Bauru vai propiciar correlações cronoestratigráficas mais robustas no contexto do Cretáceo Superior das bacias do sudeste do Brasil, que podem contribuir para o avanço do conhecimento acerca da evolução tectônica das bacias continentais e marginais relacionadas aos soerguimentos neo-cretáceos.

**Apoio:** Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo (PRH-ANP)

**Palavras-chaves:** Magnetoestratigrafia, Grupo Bauru, Cretáceo Superior

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa: Origem e Evolução de Bacias Sedimentares.

Bolsista PRH-40.

## PAIRED CARBON ISOTOPES AND REY SUGGEST THAT THE DEVELOPMENT OF THE FIRST ANIMALS WITH EXOSKELETONS OCCURRED IN OXIC REFUGIA DURING THE EDIACARAN-CAMBRIAN TRANSITION

*Gabriel Corrêa ANTUNES<sup>1</sup>, Lucas Veríssimo WARREN<sup>1</sup>, Juliana OKUBO<sup>1</sup>, Sergio CAETANO-FILHO<sup>1</sup>, Lucas INGLEZ<sup>1</sup>, Gabriel Jubé UHLEIN<sup>2</sup>, Lucía GÓMEZ-PERAL<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Geologia, IGCE–UNESP, Rio Claro-SP, Brasil (gabriel.c.antunes@unesp.br, lucas.warren@unesp.br, juliana.okubo@unesp.br, s.caetano-filho@unesp.br, lucas.inglez@unesp.br)

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, IG-UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil (guhlein@gmail.com)

<sup>3</sup>CIG-UNLP-CONICET, La Plata, Argentina (lperal@cig.museo.unlp.edu.ar)

The Ediacaran-Cambrian transition is characterized by important changes in our planet, such as the consolidation of Gondwana, major geochemical anomalies, and the emergence of bilaterian animals. Here, two columnar sections of the Tagatiya Guazu Formation (Itapucumi Group, Paraguay), a carbonate unit deposited during the Ediacaran-Cambrian transition, were studied using major, trace, and rare earth elements + yttrium (REY) and oxygen ( $\delta_{18}\text{O}$ ), organic ( $\delta_{13}\text{C}_{\text{org}}$ ), and inorganic carbon ( $\delta_{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ) isotopes. The sedimentary facies constitute a typical peritidal association in a partially restricted lagoon, arranged in shallowing-upward cycles formed by grainstones, thrombolites, planar stromatolites, marls, and mudstones. The facies in the upper portion of the cycles are interpreted as deposited in shallower waters (inter/supratidal) and have a diverse and abundant fossiliferous assemblage (mainly in the PLI section), dominated by autochthonous and parautochthonous specimens of *Cloudina*, *Corumbella*, and *Namacalathus*, and treptichnid burrows. In the grainstone facies, deposited in subtidal channels and predominant in the PL-III section, fossil specimens occur dispersed and reworked. After screening, the total REY concentrations ( $\Sigma\text{REY}$ ) vary between 4.7 and 29.4 ppm (mean = 23.1), with a relatively planar PAAS-normalized distribution pattern and small enrichments in light or heavy REY, evidenced by Nd/Yb(SN) ratios between 0.49 and 1.42. The absence of correlation between  $\Sigma\text{REY}$  vs. Al, Si, and Zr and between Nd/Yb(SN) vs. TOC, Al, and insoluble residue suggests that REY patterns were not significantly affected by detrital contamination. Y/Ho ratios range from 31.8 to 55.1 (mean = 39.6), with Ce/Ce\* between 0.80 and 1.28 (mean = 1.03).  $\delta_{13}\text{C}_{\text{carb}}$  values between +1 and +5 ‰ are consistent with the global pattern of *Cloudina*-bearing successions, while  $\delta_{13}\text{C}_{\text{org}}$  values range between -29.7 and -27.4 ‰, with  $\Delta_{13}\text{C}$  between 29.1 and 33.6 (mean = 31.4). The  $\delta_{13}\text{C}_{\text{org}}$  values are generally invariant and decoupled from  $\delta_{13}\text{C}_{\text{carb}}$ , except for a thick and fossiliferous interval in the shallower PL-I section, where coupling and greater variation occur. The  $\Delta_{13}\text{C}$  values, in turn, have a marked correlation with  $\delta_{13}\text{C}_{\text{carb}}$ . These data, reinforced by the presence of negative Ce anomalies, the coupling between  $\delta_{13}\text{C}_{\text{carb}}$  and  $\delta_{13}\text{C}_{\text{org}}$  in the PL-I section, as well as the facies-restricted body and trace fossil assemblages suggest an environment characterized by a thin oxygenated surface layer. Below, and separated by a shallow chemocline, the presence of a thick anoxic zone is then inferred based on the 1) high overall Ce/Ce\* values; 2) low Y/Ho values, suggesting restriction; 3) allochthonous character of the deeper PL-III section fossils; 4) decoupled and invariable behavior of  $\delta_{13}\text{C}_{\text{org}}$  in the PL-III section; and 5) correlation between  $\delta_{13}\text{C}_{\text{carb}}$  and  $\Delta_{13}\text{C}$ . Items 4 and 5 indicate buffering of the  $\delta_{13}\text{C}_{\text{org}}$  system and control of  $\delta_{13}\text{C}_{\text{carb}}$  over  $\Delta_{13}\text{C}$ , suggesting the existence of a large dissolved organic carbon reservoir and, therefore, anoxic conditions. Thus, the obtained results may indicate that the benthic communities of the Ediacaran-Cambrian transition probably inhabited oxic refuges amid anoxic environments, which were probably not conducive to their development.

**Apoio:** FAPESP nº 2020/00483-5, 2022/09290-0 e 2023/14578-6

**Palavras-chaves:** Ediacaran-Cambrian; carbonate geochemistry; redox conditions.

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa Origem e Evolução de Bacias Sedimentares. Bolsista FAPESP 2022/09290-0

## SEDIMENTATION AND ACCOMMODATION CONTROLS ON FACIES STACKING AND LATERAL DISTRIBUTION IN A PERMIAN UNCONVENTIONAL MEGALAKE

*Beatriz CHRISTOFOLETTI<sup>1</sup>; Lucas WARREN<sup>1</sup>; Filipe VAREJÃO<sup>2</sup>; Marcello SIMÕES<sup>3</sup>; Dan PALCU<sup>4,5</sup>; Mariza RODRIGUES<sup>1</sup>; Mario ASSINE<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Geology, São Paulo State University, Rio Claro, SP; beatriz.christofoletti@unesp.br; lucas.warren@unesp.br; marizagomesrodrigues@gmail.com

<sup>2</sup>Department of Geology, Ouro Preto Federal University, Ouro Preto, MG; filipe.varejao@hotmail.com

<sup>3</sup>Department of Biodiversity and Biostatistics, São Paulo State University, Botucatu, SP; marcello.simoes@unesp.br

<sup>4</sup>National Institute of Marine Geology and Geo-ecology, GeoEcoMar, Bucharest, Romania; dan.palcu@gmail.com

<sup>5</sup>Palaeomagnetic Laboratory Fort Hoofddijk, Department of Earth Sciences, Utrecht University, Netherlands

The Permian succession of the Paraná Basin records the progressive disconnection between the Panthalassic global ocean waters and the epicontinental sea that bathed the southwestern Gondwana Supercontinent from the Ordovician to the early Permian. The development of the Gondwanides Belt in the southwestern part of the continent acted as an orographic barrier, restricting marine connections and trapping marine waters in a megalake. This study explores the evolution of the Permian succession in the Brazilian portion of the Paraná Basin, with a focus on the transition from marine to continental environments recorded in the Corumbataí Formation. This formation is a mixed siliciclastic-carbonate succession that documents high resolution stratigraphic sequences with significant hydrological and salinity changes, illustrating how sedimentation and accommodation dynamics shaped the evolution of a continental-scale lake system. The megalake experienced transitions between balanced-fill, overfilled, and underfilled stages, associated with distinct transgressive and regressive phases. Initial transgressive conditions led to freshwater deposits, which transitioned to a coastal system during regressive phases. Subsequent stages saw the formation of a brackish water lake, followed by a saline phase under arid conditions, evidenced by evaporite deposits and a predominance of shoreface facies. These changes in water balance fostered the development of a unique, endemic bivalve-dominated fauna derived from marine ancestors, highlighting the basin's response to changing environmental conditions. Notably, our study identifies the influence of seiche processes on sedimentation, providing insights into the role of bathymetry in ancient and modern restricted or closed basins. Finally, our findings contribute to the understanding of sedimentological processes in large lacustrine systems, with implications for paleoclimatic and paleoenvironmental reconstructions in megalakes from the geological record.

**Apoio:** UNESP PRH 40-ANP; FAPESP (2024/02446-0)

**Palavras-chaves:** Megalake, Seiche, Paraná Basin

# EIXO TEMÁTICO IV

PLANEJAMENTO E GESTÃO DO MEIO FÍSICO

## XV ENCONTRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

04 A 08 DE NOVEMBRO DE 2024



## DESAFIOS PARA INVENTARIAR E CONSERVAR AS PEQUENAS ÁREAS ÚMIDAS GEOGRAFICAMENTE ISOLADAS (AUGIS)

*Beatriz Leonardo da SILVA<sup>1</sup>, Deise Aparecida JUNQUEIRA<sup>2</sup>, Lucas Moreira FURLAN<sup>3</sup>, Francielli Maria VIEIRA<sup>4</sup>, Karen Luko SULATO<sup>5</sup>, Vania ROSOLEN<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), beatriz.leonardo@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), d.junqueira@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), lucas.m.furlan@unesp.br

<sup>4</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), francielli.carvalho@unesp.br

<sup>5</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), karen.luko@unesp.br

<sup>6</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), vania.rosolen@unesp.br

As pequenas Áreas Úmidas Geograficamente Isoladas (AUGIs) são ecossistemas de insubstituível valor ambiental, social e econômico cuja conservação é fundamental para o funcionamento dos ecossistemas da Zona Crítica e para o cumprimento da agenda de desenvolvimento sustentável – Agenda 2030 da ONU. Apesar do pequeno tamanho e isolamento na paisagem, as AUGIs se destacam pela provisão de serviços ecossistêmicos como a ciclagem biogeoquímica de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, a recarga de aquífero e a manutenção de uma rica e endêmica biodiversidade. A grande diversidade ecológica e de paisagem, seu pequeno tamanho (< 10 ha), isolamento ou por se situarem em ambientes de baixo interesse para a conservação porque foram, há várias décadas, convertidas em paisagens antrópicas, são alguns fatores que explicam o motivo das AUGIs não serem contempladas adequadamente pelo sistema oficial de classificação das áreas úmidas brasileiras. A ausência de inventário corrobora com a crescente degradação desses ambientes, por isso, o objetivo deste estudo é propor uma metodologia para realizar um inventário abrangente das AUGIs da Depressão Periférica Paulista como etapa fundamental para compreender a gênese, o funcionamento biogeoquímico e reconhecimento das pressões antrópicas que afetam o estado atual. No Brasil, as AUGIs estão fora do âmbito da proteção regulatória federal, estadual e local, portanto, estes dados serão cruciais para entender o potencial dessas áreas em desempenharem serviços ecossistêmicos e fornecerão subsídios para a utilização dos instrumentos para a conservação de maneira mais eficaz. Os resultados preliminares apontaram que na área de estudo, tomando como recorte a Bacia do Rio Corumbataí, 80,34ha correspondem a AUGIs inseridas em uma paisagem fragmentada, com geometria alterada e ausência de faixas de proteção. A análise do custo de oportunidade das terras agrícolas revelou que os lucros com a produção de cana de açúcar representam o maior desafio para implementação de iniciativas de conservação nesta região, principalmente por não contribuírem para a compensação ambiental. Desta forma, fornecer incentivos econômicos para os proprietários de terras neste caso, poderia aumentar os gastos públicos e beneficiar desproporcionalmente proprietários de terras já favorecidos pela desigual estrutura fundiária brasileira. Além disso, a análise da estrutura de governança demonstrou que o caráter hierárquico não ajustado aos princípios de boa governança coloca em dúvida a adoção de qualquer política de conservação. Espera-se que os resultados deste estudo incentivem a construção de uma política pública para conservação das AUGIs brasileiras, visando fortalecer ações de adaptação às mudanças climáticas, segurança hídrica e recuperação ecológica.

**Apoio:** FAPESP (Processo nº 2023/15396-9)

**Palavras-chaves:** Áreas úmidas geograficamente isoladas, Inventário, Governança.

---

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de pesquisa de Planejamento e Gestão do Meio Físico.  
Bolsista CAPES

## EDUCAÇÃO PARA A GEOCONSERVAÇÃO NO TERRITÓRIO DO GEOPARQUE CORUMBATAÍ (SP)

*André de Andrade KOLYA<sup>1</sup>; José Eduardo ZAINE<sup>2</sup>; José Alexandre PERINOTTO<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, andre.kolya@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista, jose.zaine@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista, alexandre.perinotto@unesp.br

O território do Projeto Geoparque Corumbataí, no interior do estado de São Paulo, é uma região rica em geodiversidade e elementos do geopatrimônio. Abrangendo as sequências paulistas da Bacia do Paraná, a região se destaca pelas zonas de afloramento do Sistema Aquífero Guarani, pela seção tipo do Membro Assistência da Formação Irati e pela paisagem de cuevas e morros testemunhos da transição entre grandes províncias geomorfológicas. Em face da relevância do patrimônio natural do território, a região vem desenvolvendo, desde 2016, um projeto de Geoparque Mundial da UNESCO. Este trabalho estuda as bases e ações voltadas à educação e à popularização das Geociências no âmbito do Projeto e tem como objetivo caracterizar, propor e avaliar estratégias de geoconservação aplicadas nesse sentido. O estudo partiu de um conceitual teórico, com base na literatura científica, nos documentos da UNESCO e na experiência de outros Geoparques, Aspirantes e Projetos no Brasil e no mundo. A pesquisa foi conduzida como um conjunto de estudos de caso, realizados a partir da imersão no território e no trabalho em rede com diversos atores locais. As trocas entre a comunidade e o pesquisador forneceram a base para as estratégias e materiais didáticos apresentados. Estes produtos foram desenvolvidos, aplicados e revisados, moldando-os à realidade local e às necessidades dos envolvidos no Geoparque. Questionários e avaliações do público participante da pesquisa demonstraram a efetividade dos métodos e materiais propostos. Dessa forma, o conhecimento gerado foi sistematizado em coleções de materiais, plataformas didáticas e fichas de atividades, com vistas à elaboração de um programa de educação para o Geoparque, contribuindo assim, para a futura candidatura do Projeto Geoparque Corumbataí ao Programa Internacional de Geociências e Geoparques da UNESCO. A pesquisa concluiu pela importância dos cursos voltados ao ensino básico, tanto os cursos de longa duração (disciplinas eletivas ministradas em escolas estaduais) quanto os cursos concentrados de curta duração. As atividades práticas, excursões e interações com a comunidade tiveram um papel central no processo de ensino aprendizagem. Por fim, os materiais didáticos produzidos permitiram criar conexões entre diferentes meios interpretativos, ajudando os alunos a transitarem entre mapas, seções, textos, ilustrações e as observações em campo, nos geossítios visitados.

**Palavras-chaves:** Geoparques, Educação para a Geoconservação, Divulgação e Popularização das Geociências

## MAPEAMENTO DE PERIGO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EM ÁREAS TURÍSTICAS DE CÂNIONS E CACHOEIRAS EM CAPITÓLIO (MG)

*Victor CAMARGO<sup>1</sup>; Fabio Augusto Gomes Vieira REIS<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), v.camargo03@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), fabio.reis@unesp.br

Cotidianamente, milhares de pessoas procuram áreas naturais como cachoeiras, trilhas, lagos, cânions, praias, cavernas e parques naturais para realização de atividades com fins turísticos. Na maioria destes locais, associam-se processos geológicos potencialmente perigosos que são desconhecidos por parte dos turistas e dos responsáveis pelo ordenamento da atividade turística. O desconhecimento do perigo a que estão submetidos torna estes indivíduos ainda mais vulneráveis à ocorrência destes processos, e quando ocorrem, causam consequências e danos às pessoas e ao setor do turismo. Os trabalhos desenvolvidos no âmbito de identificação, caracterização, mapeamento e avaliação dos movimentos gravitacionais de massa tiveram como foco a criação de procedimentos e metodologias para áreas urbanizadas/ocupadas e obras de engenharia. Os acidentes recentes em território nacional envolvendo turistas em áreas naturais evidenciou a necessidade de criar procedimentos e metodologias para a identificação, caracterização, avaliação e mitigação dos riscos de natureza geológica nestas áreas. Portanto, este trabalho tem como objetivo realizar o mapeamento de perigo geológico-geotécnico em pontos turísticos de cânions e cachoeiras no município de Capitólio, Minas Gerais. Para isso, foram selecionados previamente 30 pontos turísticos para a análise de dados referentes ao relevo, solo, litologia, declividade, estruturas geológicas e outros fatores.

**Apoio:** CAPES

**Palavras-chaves:** Movimentos de massa, mapeamento de perigo, suscetibilidade

## MAPEAMENTO DE PERIGOS GEOLÓGICOS NA REGIÃO DO PROJETO GEOPARQUE CORUMBATAÍ

*Thamiris Cristina Costa BASILIO<sup>1</sup>; Fábio Augusto Gomes Vieira REIS<sup>2</sup>, Joana Paula SANCHEZ<sup>3</sup>; Victor Carvalho CABRAL<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; thamiris.basilio@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; fabio.reis@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Goiânia; joaninhasanchez@ufg.br

<sup>4</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; victor.carvalho@unesp.br

Os processos geológicos têm causado diversos problemas sociais, econômicos e ambientais no Brasil. Embora tenha havido avanços científicos, legais e nas políticas públicas relacionadas aos perigos geológicos em áreas urbanas, isso não se estendeu às áreas turísticas, especialmente na zona rural. Esta pesquisa busca desenvolver um modelo para avaliar perigos geológicos em regiões de cachoeiras e trilhas em áreas do Projeto Geoparque Corumbataí. Movimentos de massa nesses locais são um risco significativo para os visitantes. Blocos rochosos instáveis próximos às cachoeiras ou erosões causadas pela água podem resultar em deslizamentos perigosos. Nas trilhas, a erosão do solo devido ao tráfego constante de pessoas pode desestabilizar encostas, aumentando o risco de deslizamentos de terra ou rochas. Além disso, raízes expostas de árvores podem representar riscos para os caminhantes. Portanto, é essencial realizar avaliações de risco nessas áreas e implementar medidas de prevenção e segurança para proteger os visitantes. Essa proposta é inovadora no Brasil e pode servir de referência para outras regiões do mundo com desafios semelhantes. A utilização das áreas do Projeto Geoparque Corumbataí, com potencial de reconhecimento pela UNESCO como Geoparque Global, destaca a importância da gestão sustentável do patrimônio geológico, integrando preservação, educação e desenvolvimento sustentável. O estudo compreende várias etapas, incluindo revisão bibliográfica para identificar lacunas ou oportunidades de contribuição; organização cartográfica; reconhecimento de campo; e mapeamento detalhado de perigos. Ao adaptar metodologias existentes e propor novas abordagens, é possível estabelecer critérios geológico-geotécnicos para garantir a segurança nessas áreas turísticas. Os resultados deste estudo poderão ser utilizados por gestores públicos municipais e replicados em novas regiões geoturísticas no Brasil e no mundo. Entre os avanços da pesquisa, destaca-se a escolha do método a ser aplicado e adaptado. A partir de estudos de campo, foi possível identificar grandes compartimentos na área de estudo e avaliar as principais cachoeiras e trilhas do Geoparque Corumbataí, como a Cachoeira do Escorrega, Cachoeira da Bocaina, Cachoeira Major Levi em Analândia, e a Cachoeira do Saltão em Itirapina. As características analisadas incluíram tipos de solo e rochas, presença de blocos e suas potenciais movimentações, existência e dimensões de fraturas, presença de árvores inclinadas, estrutura das trilhas, escoamento superficial e geomorfologia. O foco inicial da pesquisa foi a construção do referencial teórico e a organização do banco de dados do projeto, além do reconhecimento da área de estudo, com início dos trabalhos de campo para posteriormente aumentar o detalhamento das áreas e elaborar uma metodologia de aplicação final.

**Apoio:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES

**Palavras-chaves:** Geoturismo, Movimentos de Massa, Mapeamento de Risco

---

Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Planejamento e gestão do meio físico.

Bolsista CAPES, Projeto PEPEEC, Processo nº 88887.841007/2023-00

## REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRE PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA CIDADE RESILIENTE COM O USO DO MAPEAMENTO DE RISCO PARTICIPATIVO: ESTUDO DE CASO EM CAMPINAS (SP)

*Henrique Esteves RODRIGUES<sup>1</sup>; Fábio Augusto Gomes Vieira REIS<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" henrique.esteves@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho" fabio.reis@unesp.br

Os deslizamentos fazem parte dos processos de movimentos gravitacionais de massa, os quais desempenham um papel fundamental na dinâmica das vertentes, promovendo modelamento natural do relevo. Porém, quando um deslizamento resulta em um evento adverso que causou danos e prejuízos significativos a uma população vulnerável, passa a ser considerado um desastre. Dessa forma, uma área de risco caracteriza-se como um local habitado por pessoas em situação de vulnerabilidade, onde há a possibilidade de ocorrência de eventos adversos com potencial para causar perdas e danos. Diante desse contexto, o presente projeto tem como objetivo desenvolver e acompanhar o processo de percepção de risco em relação aos movimentos gravitacionais de massa entre os moradores do bairro Jardim Novo Campos Elíseos, em Campinas (SP), utilizando como base os Dez Passos Essenciais para Construir Cidades Resilientes da iniciativa MCR2030. Esses dez passos consistem em ações que visam à redução de riscos de desastres por meio da construção de resiliência, sendo uma das principais ferramentas da MCR2030, uma parceria global para o fortalecimento da resiliência local, organizada conforme os princípios do Marco de Sendai. A metodologia, de natureza qualitativa, será desenvolvida por meio de pesquisa de campo, utilizando como instrumentos de coleta de dados questionários, oficinas e mapeamento participativo. O mapeamento de risco participativo adota uma abordagem interativa, permitindo aos moradores criarem seus próprios mapas, representando os riscos mais relevantes para a comunidade local. Para introduzir a identificação dos riscos relacionados aos deslizamentos de terra será utilizado o material apresentado no "Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios", desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. O estudo será conduzido em seis etapas, que incluirão: revisão bibliográfica, organização da base de dados, aplicação de questionários aos moradores, realização de oficinas e do mapeamento de risco participativo, análise dos dados e elaboração de um relatório final, além da dissertação. O desenvolvimento deste estudo pode promover o aumento da resiliência e da autoproteção da comunidade, aprimorando a percepção de risco dos moradores e contribuindo para a construção de uma cidade mais resiliente. Neste sentido, este trabalho busca responder os seguintes questionamentos: 1- Quais são os desafios e oportunidades na implementação dos Dez Passos Essenciais para Construir Cidades Resilientes da MCR2030 em um contexto local de vulnerabilidade? Qual é o papel do mapeamento de risco participativo como ferramentas na construção de resiliência em uma comunidade vulnerável a desastres naturais? De que maneira a percepção comunitária dos riscos pode influenciar a eficácia das estratégias de prevenção de desastres e a construção de resiliência?

**Apoio:** Defesa Civil de Campinas e Centro de Resiliência a Desastres de Campinas

**Palavras-chaves:** Cidade Resiliente, Deslizamento de Terra, Mapeamento Participativo

## RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS TERRAS RARAS E DIFERENTES USOS E COBERTURAS DA TERRA E UNIDADES GEOLÓGICAS

*Gabriel CASTELLANO<sup>1</sup>; Juliana dos SANTOS<sup>2</sup>; Landerlei SANTOS<sup>3</sup>; Rafael ALVES<sup>4</sup>, Melina ZANATTA<sup>1</sup>, Milton RIBEIRO<sup>4</sup>, Amauri MENEGÁRIO<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Centro de Estudos Ambientais (CEA)/UNESP gabriel.castellano@unesp.br, melinabt@gmail.com, amauri.antonio-menegario@unesp.br

<sup>2</sup>Centro de Estudos de Insetos Sociais, UNESP, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil  
juliana.silveiradossantos@gmail.com

<sup>3</sup>China University of Geosciences, Wuhan 430074, China landerlei.santos@unesp.br

<sup>4</sup>Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação (LEEC), UNESP, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil  
rafa-souza@hotmail.com; miltilho.astronauta@gmail.com

Os Elementos Terras Raras (ETRs) incluem um grupo de 17 metais, o escândio e o ítrio e 15 elementos da série dos lantanídeos (lantânio até o lutécio). As concentrações de ETRs nos solos são influenciadas pelo material parental e clima, e fontes antropogênicas como catalizadores (potencializadores) de fertilizantes e a poluição podem causar um aumento dessas concentrações. A ocorrência destes na composição de fertilizantes, principalmente micronutrientes e fosfogesso e em suplementos para alimentação animal, que conjuntamente aos resíduos minerários, são as principais fontes antropogênicas de ETRs nos solos. Neste contexto, a caracterização da concentração dos ETRs nos solos é necessária, principalmente para delinear estratégias de monitoramento com foco na prevenção de contaminação ambiental do solo por metais. O objetivo deste estudo é quantificar a concentração de ETRs em solos ocupados por diferentes usos e coberturas da terra e unidades geológicas, inseridas no projeto de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD CCM) corredor Cantareira-Mantiqueira (Mata Atlântica paulista). Foram coletadas amostras de solos em 48 pontos entre novembro de 2023 e julho de 2024. Sendo, 24 pontos em áreas de floresta, 12 em eucalipto e 12 pontos amostrais em áreas de pastagem. As amostras foram coletadas de 0-20 cm de profundidade com três réplicas distantes em 1m. Foram mensuradas variáveis físico-químicas do solo. Os ETRs foram determinados via ICP-MS. As diferentes unidades geológicas foram identificadas a partir de arquivos vetoriais (shp), SIRGAS-2000 escala 1:1.000.000. A partir de uma matriz foi avaliada a correlação de variáveis respostas e preditoras. Sendo mantidas nas análises subsequentes as variáveis com valores de coeficiente de correlação ( $R < 0,7$ ). Foram avaliadas diferenças significativas na concentração de ETRs e os grupos (usos da terra e unidades geológicas) a partir da análise de similaridade de ANOSIM. As diferenças significativas a partir da análise de variância ANOVA e do teste de TukeyHSD. Variáveis sem distribuição normal foram avaliadas por Kruskal-Wallis e o teste de Dunn's. A influência de variáveis da estrutura e físico-químicas do solo em diferentes usos e coberturas da terra na concentração dos ETRs foi avaliada a partir de modelos lineares, utilizando o critério de informação de Akaike (AIC) para selecionar os melhores modelos ( $AIC < 2$ ). Espera-se que as áreas antrópicas com maior concentração de fósforo no solo tenham maior concentração de ETRs do que floresta, por ETRs associados a adubação. Ainda, que solos com maior argila, CTC, soma de bases apresentem maior concentração de terras raras.

**Apoio:** JS recebeu financiamento do programa CAPES-Print (UNESP Rio Claro), processo número 88887.890889/2023-00. A coleta de solos foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo número 21/08534-0.

**Palavras-chaves:** Terras raras, uso da terra, unidades geológicas.

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Planejamento e Gestão do Meio Físico.

Bolsista CAPES

## TÉCNICAS DE DATAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA: TENDÊNCIAS CIENTÍFICAS E APLICAÇÕES EM CENÁRIOS TROPICAIS

*Thiago de Castro RIBEIRO<sup>1</sup>; Fabio Augusto Gomes Vieira REIS<sup>2</sup>; Rosemarie ROHN<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro – UNESP castro.ribeiro@unesp.br

<sup>2</sup>Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro – UNESP fabio.reis@unesp.br

<sup>3</sup>Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro – UNESP rosemarie.rohn@unesp.br

As chuvas de grande intensidade têm desencadeado inúmeros deslizamentos (*slides*) e fluxos de detritos (*debris flow*) em diversas localidades da Serra do Mar, evidenciando as sérias ameaças que esses fenômenos representam para as populações e a magnitude dos prejuízos financeiros. Dentre esses eventos, podem ser citados os desastres ocorridos na Serra das Araras (1967), Caraguatatuba (1967), Grota Funda (1975), Cubatão (1985, 1988), região serrana do Rio de Janeiro (2011) e mais recentemente, em São Sebastião (2023). Para além da compreensão de suas causas, a datação dos eventos de movimento de massa (*landslide*) é essencial para a avaliação dos riscos de recorrência de processos perante a atual emergência climática. Métodos clássicos como a utilização do radiocarbono, a liquenometria e a dendrocronologia se consolidaram na datação de movimentos de massa. Com o aprimoramento das técnicas, novos métodos têm sido empregados como a utilização de nuclídeos cosmogênicos, o decaimento do Urânio-Tório e do Argônio-Argônio e a aplicação da luminescência opticamente estimulada (OSL). Isso tem resultado no aumento da precisão, refinamento dos sinais mais apropriados, eliminação de possíveis contaminações, além do uso de uma ampla gama de materiais e amostras menores para a datação. O objetivo desse trabalho consistiu na análise bibliométrica da produção científica destinada à aplicação dos diferentes métodos de datação de eventos de fluxo de detritos. A pesquisa se concentrou na utilização das palavras-chave “*debris*” AND “*flow*” AND “*dating*” AND “*method*” considerando apenas artigos indexados nas bases de dados Scopus e Web of Science. Os resultados da pesquisa foram exportados e analisados no software R *Studio* através dos scripts *Bibliometrix* e *Biblioshiny*. Foi obtido um total de 214 artigos publicados entre 1983 e junho de 2024. Também foi possível notar uma tendência de crescimento do número de trabalhos destinados a essa temática ( $R^2 = 0,4789$ ). Dentre as principais técnicas de datação adotadas nestes trabalhos, 25% se utilizaram da análise de parâmetros dendrogeomórficos ( $n=54$ ), seguido da aplicação de métodos com nuclídeos cosmogênicos ( $n=18$ ), radiométricos ( $n=14$ ) e OSL ( $n=9$ ). A maioria destes trabalhos, no entanto, apresentou abordagens envolvendo múltiplas técnicas ( $n=70$ ). Ainda, cabe destacar a relevância da produção de artigos de revisão dentro desse contexto ( $n=22$ ). Estes, se encontram em segundo lugar no número de citações totais (669 citações), ficando atrás dos trabalhos apoiados em métodos dendrogeomórficos de datação (936 citações). O aumento na produção científica, com ênfase na combinação de técnicas de datação, sobretudo com o uso de métodos dendrocronológicos, reflete um crescente interesse pela temática. O resultado da utilização deste conjunto de métodos produz maior precisão nas datações de movimento de massa. Todavia, a aplicação destas técnicas em regiões tropicais ainda encontra limitações como a influência de outros fatores ambientais, atuando na produção de sinais que simulam efeitos similares. Este é, portanto, um campo de estudo que se demonstra profícuo para novas investigações. A expansão da pesquisa sobre a datação de eventos de deslizamentos na Serra do Mar, integrando métodos variados com a finalidade de refinar sua precisão, é fundamental para mitigar riscos.

**Apoio:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

**Palavras-chaves:** Mata Atlântica, Revisão Sistemática, Escorregamentos

---

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Planejamento e Gestão do Meio Físico. Bolsista CAPES

# EIXO TEMÁTICO V

RECURSOS HÍDRICOS, MINERAIS E  
ENERGÉTICOS

## XV ENCONTRO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

04 A 08 DE NOVEMBRO DE 2024



## ANÁLISE DE DADOS DE GAMAESPECTROMETRIA PARA A CARACTERIZAÇÃO DE OCORRÊNCIA AURÍFERA EM CAÇAPAVA DO SUL, RS

*Luiza Lima ALVES<sup>1</sup>; César Augusto MOREIRA<sup>2</sup>; Ana Flávia da Silva ARAÚJO<sup>3</sup>;  
Lenon Melo ILHA<sup>4</sup>; Sissa KUMAIRA<sup>5</sup>; Marco Antonio Fontoura HANSEN<sup>6</sup>*

<sup>1,2,3</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro, SP. Email: luiza.lima@unesp.br; cesar.a.moreira@unesp.br; af.araujo@unesp.br

<sup>4,5,6</sup>Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul. Av. Pedro Anunciação, 111, Vila Batista, CEP 96570-000, Caçapava do Sul, RS. E-mail: lenonilha@unipampa.edu.br; sissakumaira@unipampa.edu.br; marcohansen@unipampa.edu.br

Os métodos geofísicos são meios de investigação rápidos e mais baratos em comparação a outros, o que os tornam interessantes para a prospecção mineral. Esse trabalho apresenta os resultados da aplicação do método geofísico da gamaespectrometria com o objetivo de caracterizar uma ocorrência aurífera na zona rural do município de Caçapava do Sul – RS. A região dos estudos foi selecionada a partir de estudos prévios que detectaram ocorrências de ouro (Au) por meio de reconhecimento geológico e prospecção geoquímica em sedimentos de corrente. A ocorrência estudada está hospedada no Complexo Metamórfico Passo Feio, disseminada em veios de quartzo, concordantes com a foliação metamórfica das rochas encaixantes, compostas essencialmente por metapelitos e rochas metabásicas. Os processos hidrotermais associados à intrusão do Complexo Granítico Caçapava do Sul disponibilizaram os fluidos responsáveis pela sulfetação e mobilização dos metais presentes na mineralização. Foram realizados uma etapa de reconhecimento geológico, um levantamento de drone e um gamaespectrométrico. O reconhecimento de campo seguiu em sentido N-S e indicou uma alternância de rochas com repetição, portanto era esperado que os dados geofísicos apresentassem um resultado padrão, que seria equivalente ao *background* da área. Além disso, foram reconhecidos veios de quartzo encaixados concordantemente à foliação dos metapelitos, que provavelmente são os hospedeiros da mineralização aurífera estudada. O voo de drone gerou o Modelo Digital de Terreno (MDT) e permitiu a definição da área a ser analisada com o método geofísico. A aquisição gamaespectrométrica foi realizada em solo seco, portanto, sem atenuação, em cerca de 715 pontos com um espaçamento de 40 metros, e após o processamento dos dados foram gerados mapas ternários coloridos para as concentrações de K (%), eU (ppm) e eTh (ppm). A interpretação dos dados iniciou a partir dos valores de altimetria obtidos com a geração do MDT, e os dados de gamaespectrometria foram analisados sobre a ótica da morfologia do terreno e mobilidade de elementos no meio geológico. Os dados obtidos em relação aos valores de concentração do elemento K (%) variam de 0,5 a 2,5, e há uma clara anomalia ao norte da área, que coincide à planície de inundação do rio, e uma na região central, de orientação NE/SW, que indica um incremento do elemento. Os dados de concentração obtidos para U (ppm) foram de 0,9 a 3,9 e, por fim, os de Th (ppm) de 2,8 a 24,4, e ambos apresentam um comportamento semelhante em relação à anomalia NE-SW no centro da área. Com o intuito de uma análise integrada foi gerado um mapa de sobreposição dos parâmetros, definido para os maiores teores de cada um, sobrepostos ao MDT, para avaliar eventuais fontes do ouro.

**Apoio:** FAPESP: Projeto n° 2023/04732-8; UNIPAMPA

**Palavras-chaves:** Geofísica, Prospecção Mineral, Gamaespectrometria

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos. Bolsista CAPES

## ANÁLISE GAMAESPECTROMÉTRICA EM ÁREAS COM ANOMALIA GEOQUÍMICA DE COBRE EM SOLO, REGIÃO DA MINA ALCIDES, LAVRAS DO SUL – RS

*Hernâni dos Santos GONÇALVES<sup>1</sup>; César Augusto MOREIRA<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), hernani.goncalves@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), cesar.a.moreira@unesp.br

O cobre é um metal estratégico, essencial para a transição energética global, sendo utilizado em tecnologias como veículos elétricos, energias renováveis e sistemas de distribuição de energia. No Brasil, a presença de depósitos de cobre é limitada, representando cerca de 2% das reservas globais, o que torna a exploração de novas áreas uma prioridade no contexto do Plano Nacional de Mineração 2050. A região de Lavras do Sul, no Rio Grande do Sul, conhecida por suas minas desativadas na Mina do Seival, entre elas a Mina Alcides, é uma área de interesse, pois apresenta características geológicas favoráveis para a ocorrência de depósitos de cobre. Este estudo tem como objetivo principal identificar, caracterizar e reavaliar corpos mineralizados de cobre com pouca ou sem exposição mineralizada na região da Mina Alcides, por meio da aplicação de métodos gamaespectrométricos terrestres associados a dados geoquímicos de solo. A justificativa para o uso dessas técnicas está na sua eficiência para a detecção de anomalias geofísicas que podem indicar a presença de minério em locais não aflorantes. A descoberta de novos depósitos minerais é um desafio global na área de exploração mineral, e esse trabalho visa contribuir com o avanço da prospecção mineral no Brasil. A geologia regional da área de estudo está inserida no contexto da Bacia do Camaquã uma bacia neoproterozoica situada na porção sul do Escudo Sul-Riograndense. A área é caracterizada por uma complexa interação de processos vulcânicos, sedimentares e tectônicos. As unidades litológicas predominantes incluem formações vulcanogênicas, sedimentares e coberturas de solo. A mineralização de cobre na região está associada principalmente a veios e fraturas preenchidas por minerais de cobre, como calcocita, malaquita e bornita, que ocorrem em rochas vulcânicas alteradas hidrotermalmente. Além disso, a tectônica compressiva da região resultou em falhas e dobras que controlam a distribuição dos depósitos minerais do tipo filoniano. O ambiente estrutural, portanto, desempenha um papel fundamental na gênese e controle dos corpos mineralizados. O uso da gamaespectrometria, uma técnica geofísica não invasiva, permite a detecção de elementos como urânio, tório e potássio, que estão frequentemente associados à mineralizações com alterações hidrotermais e de cobre. Os dados serão coletados com o gamaespectrômetro RS-332 e processados via software possibilitando a integração com dados geoquímicos previamente coletados pelo Serviço Geológico do Brasil. Essa abordagem integrada visa fornecer uma visão mais detalhada da distribuição dos elementos e possíveis alvos de prospecção. Os resultados esperados incluem a identificação de anomalias gamaespectrométricas que possam ser correlacionadas com a presença de cobre em níveis mais profundos que em escala de afloramento. A pesquisa pretende responder se a área da mina Alcides ainda contém depósitos de cobre economicamente viáveis, contribuindo para o aumento das reservas nacionais e fomentando o desenvolvimento de novas tecnologias de exploração mineral.

**Apoio:** FAPESP processo nº 2023\_04732-8.

**Palavras-chaves:** Gamaespectrometria terrestre, Prospecção Mineral, Cobre.

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa – Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos. Bolsista CAPES

## AVALIAÇÃO DA MISTURA DE PÓ DE DIABÁSIO, FOLHELHO E CALCÁRIO DOLOMÍTICO EM LATOSSOLO INCUBADO E DINÂMICA DA LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES

*Luís Felipe Bruno LOCATELLI<sup>1</sup>; Vania Silvia ROSOLEN<sup>2</sup>; José Carlos GASPAR<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente, IGCE, campus Rio Claro (SP), e-mail: luis.locatelli@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Geologia, IGCE, campus Rio Claro (SP), e-mail: vaniarosolen@gmail.com

<sup>3</sup>Green Minerals LTDA, e-mail: josecarlosgaspar@gmail.com

O uso de remineralizadores tem como propósito melhorar a fertilidade do solo de forma sustentável, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos. No entanto, seu potencial, especialmente no que diz respeito à dissolução dos minerais e à liberação de nutrientes, ainda é pouco investigado na literatura. Este estudo examinou a combinação de pó de diabásio e folhelho com frações de calcário dolomítico e seu impacto nas propriedades de Latossolo Vermelho-Amarelo ao longo de um ano. Além disso, foram avaliadas a disponibilidade de nutrientes lixiviados por dez meses e as alterações na superfície dos minerais do remineralizador. As rochas pertencem às Formações Irati e Serra Geral e foram coletadas de minerações localizadas em Rio Claro (SP). O experimento utilizou vasos com 8 kg de solo e cinco tratamentos nas granulometrias *filler* e pó: controle, SF60 (15 t/ha), SF80 (20 t/ha), SP60 (15 t/ha) e SP80 (20 t/ha). Fragmentos de diabásio e calcário dolomítico (2 - 5 mm) foram adicionados aos vasos em *mesh-bags*. Observou-se aumento significativo no pH e teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Fe, Mn e Zn, o que conseqüentemente, elevou a soma de bases e V%. Ademais, houve redução na concentração de  $\text{Al}^{3+}$  e m%. O remineralizador promoveu a formação de argilominerais como a clorita, vermiculita e illita-esmectita interestratificada ao longo de um ano. O material lixiviado indicou a concentração significativa de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , e após dez meses o conteúdo desses elementos no lixiviado não se estabilizou, o que demonstra o efeito residual com liberação gradual dos nutrientes. O conteúdo de Si e  $\text{Al}^{3+}$  lixiviado foi semelhante ao controle, indicando a permanência dos elementos no solo. Na superfície dos fragmentos houve a precipitação de “fase semelhante a caulinita” (FSC), que está associado a compostos de baixa cristalinidade recém-formados. Além disso, foi identificada a precipitação de calcita e anatásio individualizados e goethita restrita aos fragmentos de diabásio. Os cristais de augita contribuíram para a liberação de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , enquanto as labradoritas forneceram  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ . A dissolução anual dos fragmentos de calcário dolomítico variou entre 0,42 mm<sup>2</sup> e 0,65 mm<sup>2</sup>, permitindo quantificar que o tempo para a solubilização total seria entre 5 e 7 anos. O remineralizador proposto atendeu parcialmente as exigências da Instrução Normativa nº5 do MAPA, sendo possível realizar o cadastro, considerando outras proporções no processo de mistura das rochas e a realização de testes agrônômicos.

**Palavras-chaves:** *Agrominerais silicáticos; Dissolução; Solos tropicais; Neoformação.*

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente (Recursos hídricos, minerais e energéticos).  
Bolsista CAPES

## AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE METAIS MEDIDAS POR AMOSTRADORES PASSIVOS TIPO DGT NOS RIBEIRÕES ANHUMAS E PIÇARRÃO – CAMPINAS/SP

*Thyago Vieira ALVES<sup>1</sup>; Amauri Antônio MENEGÁRIO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Rio Claro/SP, thyago\_a@yahoo.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Rio Claro/SP, amauri.antonioenegario@unesp.br

A água se constitui em um recurso renovável, sendo um dos elementos fundamentais para a existência dos seres vivos. Suas funções no abastecimento público, industrial e agropecuário, na preservação da vida aquática, na recreação e no transporte demonstram essa importância vital. No entanto, as pressões diversas sobre os recursos hídricos ocasionadas pelo aumento da demanda decorrentes do crescimento populacional, grau de urbanização e produção de alimentos e bens de consumo, muitas vezes proporcionam um cenário de escassez, além de uma degradação na qualidade dos recursos hídricos superficiais. Em se tratando da presença de metais nos sistemas aquáticos, sua incorporação pode ser natural, decorrente de processos geoquímicos no intemperismo, mas também por meio de seu lançamento, na forma de poluentes, oriundos de processos industriais, esgotos domésticos e fatores difusos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito das características físico-químicas das águas fluviais na relação entre a concentração dos metais Cd, Cu, Ni, Pb e Zn medidos por DGT (concentração DGT-lábil) e concentrações medidas em amostras de água discretas por metodologias complementares. A espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) será usada para medir as concentrações totais de metais dissolvidos nas amostras discretas de água e determinar a quantidade de metais acumulados nos amostradores DGT para obtenção da concentração lábil dos metais amostrados. Na estrutura do projeto, serão implantados amostradores DGT, em diferentes estações do ano, em pontos específicos nos corpos d'água Ribeirão Anhumas e Ribeirão Piçarrão, que cortam o município de Campinas/SP. A justificativa pela escolha dos citados corpos d'água se deve ao fato de ambos atravessarem áreas altamente urbanizadas no município de Campinas e receberem significativa carga de poluição difusa, além de grande parte do esgoto urbano tratado, gerado no município. Durante o tempo de implantação dos DGTs, amostras de águas serão coletadas em recipientes próprios nas mesmas profundidades dos amostradores DGT a serem implantados. Além disso, sondas multiparâmetros serão utilizadas para a medição *in situ*, na mesma profundidade que os amostradores DGT, de parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido) em cada tempo de amostragem de água. Basicamente, pretende-se, neste projeto, avaliar as relações entre as diferentes formas químicas dos metais presentes nas águas, medidos por técnicas diferentes por meio de investigação em uma escala geográfica, abrangendo uma variedade de condições ambientais. Após a validação dos resultados analíticos individuais, e para cada período de exposição dos amostradores DGT, a relação DGT/ICP (ICP=amostras pontuais) para cada metal será avaliada. A determinação será feita pela razão entre a concentração do metal obtida por amostradores DGT *in situ* (concentrações integradas no tempo de implantação; em triplicata) pela concentração total dissolvida medida em amostras pontuais por ICP-MS (média dos resultados de várias amostras discretas de água coletadas durante a implantação do DGT).

**Palavras-chaves:** DGT, metais, água

## AVALIAÇÃO HIDROQUÍMICA E ISOTÓPICA DOS AQUÍFEROS DO VALE DO CARIRI, BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE, CEARÁ, BRASIL

*José Guilherme FILGUEIRA<sup>1</sup>; Natália de Souza ARRUDA<sup>2</sup>; Didier GASTMANS<sup>3</sup>;  
Nicolas Quintan BERNARDO<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP, guilherme.filgueira@unesp.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP, ns.arruda@unesp.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP, didier.gastmans@unesp.br

<sup>4</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP, n.bernardo@unesp.br

A Região Metropolitana do Cariri compreende parte da Bacia Sedimentar do Araripe e possui as maiores reservas hídricas subterrâneas do Ceará. As águas subterrâneas armazenadas nos aquíferos desta região abastecem uma população da ordem de 800.000 pessoas, que pode aumentar consideravelmente durante os eventos culturais, além de ser a maior fonte hídrica para o polo industrial e de irrigação em larga escala na região. Estudos anteriores já mostravam regiões com déficit hídrico ocasionados pelo desequilíbrio na relação demanda versus oferta, conseqüentemente, uma nova avaliação dos aquíferos é fundamental para a manutenção e aprimoramento da gestão dos recursos hídricos subterrâneos. Aqui será apresentada uma avaliação hidroquímica e isotópica com base em 30 amostras coletadas durante o último ciclo hidrológico anual. Foram determinadas as concentrações de ânions por cromatografia iônica e titulometria de cátions por ICP-OES, as razões isotópicas de H e O por espectrometria de massa e os conteúdos em carbono-14 de 10 amostras por AMS. As concentrações de ânions indicam uma predominância de cloreto, sulfeto e bicarbonato, além de indicar a presença de elevadas concentrações de nitrato em áreas urbanas, de forma a sugerir uma provável origem antrópica (esgoto doméstico). As concentrações de cátions indicam uma predominância entre os elementos maiores (sódio, cálcio, sílica e magnésio), enquanto entre os elementos menores apenas estrôncio, bário e manganês tiveram resultados acima do limite quantitativo, e em poucas amostras. A classificação hidroquímica por meio do diagrama de Piper, indica que a maioria das amostras são bicarbonatadas (18 amostras), seguindo as cloretadas (7 amostras) e mistas (4 amostras). Em relação aos cátions não se observou uma predominância, e sim uma distribuição entre composições sódicas e calco-magnesianas. A análise da distribuição das fácies hidroquímicas, não se observa um padrão associado a cada um dos aquíferos. A distribuição das razões isotópicas (H e O) não apresentou uma tendência de assinatura para cada unidade aquífera, entretanto, possibilitou um agrupamento das amostras em faixas de variação da composição isotópica. Os grupos foram definidos baseado no enriquecimento isotópico, quanto mais enriquecido mais antigas seriam as águas, onde essa ordem ficou alinhada como grupo 1 as águas mais recentes ( $-4,04 \leq -1,78$ ) e o grupo 4 ( $-5,26 \leq -4,38$ ) com águas mais antigas, além dos grupos intermediários 2 ( $-4,25 \leq -2,04$ ) e 3 ( $-4,95 \leq -3,37$ ). A determinação dos conteúdos de carbono moderno e das idades aparentes possibilitou definir que as amostras mais antigas, com tempos de residência superior a 15.000 anos, apresentam assinaturas isotópicas mais depletadas, enquanto as amostras mais recentes (com tempo de residência da ordem de 100 anos) apresentam assinaturas isotópicas mais enriquecidas. Esses dados permitem estabelecer para a região um modelo de circulação independente do empilhamento estratigráfico das unidades, e em acordo com o sentido regional de fluxo controlada pela compartimentação estrutural do Vale do Cariri, com estruturas de direção SW-NE, indicando a ocorrência de águas mais novas na encosta da Chapada do Araripe e mais antigas à medida que se aproxima da borda norte da bacia. Novas determinações dos conteúdos de carbono-14 deverão complementar o modelo hidrogeológico de circulação proposto.

---

**Palavras-chaves:** Hidroquímica, Isótopos ambientais, Bacia do Araripe

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de pesquisa – Recursos hídricos, minerais e energéticos.

## DECIFRANDO A CONEXÃO RIO-AQUÍFERO COM UTILIZAÇÃO DE TRAÇADORES QUÍMICOS E ISÓTOPOS ESTÁVEIS (H E O) NAS CABECEIRAS DO RIO SÃO FRANCISCO (BRASIL)

*Marcela Aragão de Carvalho RAMOS<sup>1</sup>, Carolina Stager QUAGGIO<sup>1</sup>, Vinícius dos SANTOS<sup>1</sup>, Vladimir Eliodoro COSTA<sup>2</sup>, Camila de Vasconcelos MULLER<sup>3</sup>, Gustavo Barbosa ATHAYDE<sup>3</sup>, Roberto KIRCHHEIM<sup>4</sup>, Didier GASTMANS<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratório de Recursos Hídricos e Isótopos Ambientais (LARHIA), CEA/UNESP. marcela.aragao@unesp.br; didier.gastmans@unesp.br; stager.quaggio@unesp.br; vinicius.santos16@unesp.br

<sup>2</sup>Centro de Isótopos Estáveis (CIE), IBB/UNESP. vladimir.costa@unesp.br

<sup>3</sup>Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas (LPH), UFPR. camilavmuller@ufpr.br, gustavo.athayde@ufpr.br

<sup>4</sup>Serviço Geológico do Brasil (SGB – CPRM). roberto.kirchheim@sgb.gov.br

A demanda por água está aumentando globalmente devido a atividades antrópicas e pressões econômicas. A Bacia do Rio São Francisco, uma das principais bacias hidrográficas do Brasil, tem experimentado redução na vazão e no armazenamento de água nas principais áreas de produção de alimentos, especialmente durante a estação seca. Este estudo avaliou a composição química dos principais elementos e dos isótopos estáveis (H e O) na precipitação, nas águas subterrâneas e nas águas superficiais na região das cabeceiras do Rio São Francisco (aproximadamente 14.000 km<sup>2</sup>). Exploramos a conectividade entre águas superficiais e subterrâneas e as contribuições das águas subterrâneas para o escoamento fluvial em uma região de aquífero fraturado com uma estrutura geológica complexa e precipitação sazonal (verões chuvosos e invernos secos). Tanto as águas subterrâneas quanto as águas superficiais exibiram baixa mineralização, com condutividade elétrica média de  $147,2 \pm 99,4 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e  $65,7 \pm 78,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , respectivamente. A abundância iônica ( $\text{mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foi de  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^{+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^{+}$  para cátions e  $\text{HCO}_3^{-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^{-} > \text{NO}_3^{-} > \text{F}^{-} > \text{PO}_4^{3-}$  para ânions, com a maioria das amostras sendo bicarbonatadas cálcicas e/ou magnesianas. Durante a estação chuvosa, as águas superficiais apresentaram maiores concentrações de  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Cl}^{-}$  e  $\text{NO}_3^{-}$ , íons comumente associados a fertilizantes agrícolas, o que levanta preocupações sobre a qualidade da água no futuro. A composição isotópica da precipitação mostrou um padrão sazonal distinto, com valores mais baixos na estação chuvosa ( $-63,87\text{‰}$  para  $\delta^2\text{H}$  e  $-9,86\text{‰}$  para  $\delta^{18}\text{O}$ ) e valores mais altos na estação seca ( $-5,12\text{‰}$  para  $\delta^2\text{H}$  e  $-2,12\text{‰}$  para  $\delta^{18}\text{O}$ ). A precipitação de verão foi a principal fonte de água para o escoamento fluvial. As águas subterrâneas permaneceram constantes ( $-43,71\text{‰}$  para  $\delta^2\text{H}$  e  $-6,70\text{‰}$  para  $\delta^{18}\text{O}$ ), enquanto as águas superficiais variaram sazonalmente ( $-44,95\text{‰}$  para  $\delta^2\text{H}$  e  $-7,07\text{‰}$  para  $\delta^{18}\text{O}$  na estação chuvosa e  $-38,12\text{‰}$  para  $\delta^2\text{H}$  e  $-6,14\text{‰}$  para  $\delta^{18}\text{O}$  na estação seca). A conectividade entre águas superficiais e subterrâneas foi mais forte durante a estação seca, um padrão que, combinado com o aumento do uso da água, pode agravar os desafios para a segurança hídrica nas próximas décadas.

**Apoio:** CAPES, CNPq, Agência Internacional de Energia Atômica

**Palavras-chaves:** hidrologia isotópica, interação rio-aquífero, isótopos estáveis da água, hidroquímica, Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

## ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS (PTES) EM AVES MARINHAS: PADRÕES DE BIOACUMULAÇÃO ENTRE ESPÉCIES

Guilherme dos Santos LIMA<sup>1</sup>; Carlos Alfredo SUAREZ<sup>2</sup>; Amauri Antonio MENEGARIO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos Ambientais (CEA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), e-mail; guilherme.s.lima@unesp.br

<sup>2</sup>Centro de Estudos Ambientais (CEA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), e-mail; suarezcarlos@yahoo.com

<sup>3</sup>Centro de Estudos Ambientais (CEA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), e-mail; amauri.antonio-menegario@unesp.br

As aves marinhas são particularmente vulneráveis à exposição a elementos potencialmente tóxicos (PTEs), como arsênio (As), cádmio (Cd), cobre (Cu) e zinco (Zn), devido à sua posição no topo das cadeias alimentares marinhas, onde é exposta a biomagnificação. Esses contaminantes tendem a se acumular em organismos ao longo da cadeia trófica, tornando as aves marinhas importantes bioindicadores da saúde ambiental dos ecossistemas oceânicos. Além disso, as diferentes espécies de aves marinhas exibem variações no comportamento alimentar e nas preferências de habitat, o que pode resultar em diferentes padrões de exposição e bioacumulação de PTEs. Neste estudo, investigamos as concentrações de As, Cd, Cu e Zn no fígado de nove espécies de aves marinhas coletadas ao longo do Oceano Atlântico Sudoeste, abrangendo uma ampla gama de táxons e estratégias alimentares. Os resultados revelaram variações substanciais nas concentrações de PTEs entre as espécies, com as ordens taxonômicas desempenhando um papel significativo nos padrões de acumulação. Por exemplo, as concentrações de As variaram de 0,47 mg.kg<sup>-1</sup> em *Nannopterum brasilianus* a 70,25 mg.kg<sup>-1</sup> em *Thalassarche melanophris*, enquanto as de Cd variaram de 0,01 mg.kg<sup>-1</sup> em *N. brasilianus* a 232,73 mg.kg<sup>-1</sup> em *Spheniscus magellanicus*. Esses resultados sugerem que os comportamentos alimentares e as preferências de habitat específicos de cada espécie desempenham um papel crucial nas dinâmicas de bioacumulação. A análise com o Modelo Linear Misto Generalizado (GLMM) identificou a espécie como o principal fator influenciador das concentrações de PTEs, com o peso corporal sendo especialmente importante para Cd. Além disso, a análise de correlação de Spearman indicou uma forte correlação positiva entre Cd e Cu ( $\rho = 0,72$ ) e correlações moderadas entre Cd e Zn ( $\rho = 0,63$ ) e entre Zn e Cu ( $\rho = 0,56$ ), sugerindo que aves com concentrações mais altas de Cd também tendem a apresentar níveis elevados de Cu e Zn. A Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) mostrou composições distintas de PTEs entre os grupos de aves, destacando as diferenças entre espécies residentes e migratórias. Apesar das variações substanciais nas concentrações de elementos como Zn e Cu entre as espécies, as proporções relativas desses elementos em relação à carga total de PTEs nos organismos foram relativamente consistentes. Esses resultados ressaltam a necessidade de mais estudos para compreender os mecanismos homeostáticos envolvidos na regulação de PTEs e os potenciais impactos ecológicos dessas substâncias na saúde das populações de aves marinhas.

**Palavras-chaves:** Bioacumulação, Contaminação, Forrageamento, Impacto Ambiental

## ESTUDO HIDROQUÍMICO E MODELAGEM ESTATÍSTICA DE CONTAMINANTES NO RIO TIETÊ NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (SP)

*Isabela Guimarães de ARAUJO<sup>1</sup>; Daniel Marcos BONOTTO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Rio Claro;

isabela.guimaraes@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Rio Claro;

daniel.bonotto@unesp.br

A motivação do presente trabalho deve-se à importância dos recursos hídricos para a manutenção e continuidade da vida no planeta. É de conhecimento prévio que as águas superficiais são mais suscetíveis aos impactos antropológicos, alterando a qualidade, e por consequência, a disponibilidade deste recurso. O Rio Tietê foi escolhido pela importância que tem no estado de São Paulo, sendo o maior corpo de água superficial percorrendo o território e também como indicador de como o desenvolvimento industrial e humano, feito de forma inadequada, como percolação de combustível fóssil pelo vazamento de bombas de postos de combustível, descarte incorreto de esgoto e resíduos sólidos, e moradias irregulares nas margens de rios afetam os corpos hídricos. O objetivo deste trabalho é conduzir uma investigação hidroquímica do Rio Tietê ao longo do seu percurso na Região Metropolitana de São Paulo, baseando-se em análises de parâmetros físico-químicos e químicos, incluindo poluentes orgânicos derivados de hidrocarbonetos, e metais pesados persistentes que podem representar riscos à saúde humana. Os estudos hidroquímicos, quando aplicados à qualidade de águas superficiais, são fundamentais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, considerando todas as possíveis interações dos componentes que formam o meio, como fatores físico-químicos, biológicos, antropológicos, socioeconômicos e culturais. Por tanto, o monitoramento hidroquímico é justificado por fornecer e incrementar dados e linhas de base para monitorar as mudanças da qualidade da água ao longo das coletas e do percurso feito. Somado ao estudo hidroquímico, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) também é amplamente empregado para averiguar a qualidade dos corpos hídricos com base em parâmetros obtidos por análises físico-químicas e químicas, que são, posteriormente, integrados em um único indicador. Em conjunto com as análises laboratoriais realizadas nos laboratórios da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), campus de Rio Claro, foi usado um banco de dados ao longo de dez anos de amostragem na Região Metropolitana de São Paulo. Esse rico banco de dados temporal foi usado para a modelagem estatística preditiva do comportamento de contaminação dos metais pesados e de compostos orgânicos e voláteis (BETEX), para isso, foi empregado o método *Support Vector Regression* (SVR). Esse método trata-se de uma ferramenta estatística de regressão que caracteriza propriedades de aprendizagem de máquina (*Machine Learning*), permitindo a criação de modelos de interpretação independente de hiatos temporais. O uso de aprendizagem de máquina é importante para entender como a contaminação de parâmetros desejados para análises ocorrem, permitindo modelagens temporais preditivas, o que permite gerar possíveis mitigações na área, caso a taxa de contaminação se mantenha. No presente estudo, o uso de SVR é aplicado para modelagem de derivados de hidrocarbonetos e associados, como metais pesados, para as próximas 2 décadas.

**Apoio:** Agradeço à ANP, ao PRH e Fapesp pela concessão de bolsa e incentivo a pesquisa

**Palavras-chaves:** Estudo Hidroquímico, Contaminação de Hidrocarbonetos, *Machine Learning*

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos.

Bolsista FAPESP – PRH 40.1

## IMPACTS OF SEASONAL VARIATION IN GROUNDWATER AVAILABILITY ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE PANTANAL BASIN

*Bruno VALDAMBRINI<sup>1</sup>; Didier GASTMANS<sup>2</sup>; Mario ASSINE<sup>3</sup>; Alexandra  
MCLARTY<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, bruno.valdambrini@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, didier.gastmans@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, mario.assine@unesp.br

<sup>4</sup>Washington State University – WSU, sasha.richey@wsu.edu

The Pantanal basin has complex hydrological dynamics that are closely linked to its structural control and the seasonality of the rainfall regime. Simultaneously, the economic exploitation of natural resources, climate change, and changes in vegetation cover significantly influence the hydrological dynamics. This is notably seen in the alteration of water availability, the acceleration of erosion and depositional processes, the consequent reduction in the base level of rivers, and also the flooding of channels. These factors make an interdisciplinary diagnosis of the region urgent, particularly in relation to anthropogenic factors of impact, in order to identify trends and patterns of change over time. The objective of this research is to evaluate the seasonal impacts of underground water availability on the hydrological regime of the Pantanal basin. To achieve this, gravity signals obtained by the GRACE satellite will be complemented by in situ data from hydrological monitoring stations coordinated by the National Water Agency (ANA). The project aims to identify trends and patterns of change over the last 21 years throughout the Pantanal. This research will begin with an investigation of the water balance for scenarios of both high and low flow rates. This will be based on the use of climatic and fluviometric time series, which will be correlated to the GRACE signal of the terrestrial column of water, encompassing surface water, groundwater, and soil moisture. The goal is to quantify the behavior of terrestrial water storage changes during the high and low flow scenarios of water availability in the basin. In addition, the research will establish the relationship between surface water dynamics and their oscillations linked to subsurface water storage. These comprehensive analyses will enable the exploration of critical scientific questions such as: (i) How do climatic seasonalities impact variations in the total water column in the Pantanal? (ii) What is the relationship between groundwater availability and the basin's water regime, as well as fluctuations in surface water indices in scenarios of high and low flow rates? (iii) What is the spatial and temporal correlation between anthropogenic factors like climate change and changes in vegetation cover in influencing, reducing, or accelerating the observed hydrological processes?

**Apoio:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo: 23/10474-1)

**Palavras-chaves:** Hydrogeology, GRACE, Pantanal

## INTEGRAÇÃO DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO, DRONES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE EXPLORAÇÃO MINERAL: UM ESTUDO NO ESCUDO SUL-RIOGRANDENSE

*Leonardo Campos INOCENCIO<sup>1</sup>; Cezar Augusto MOREIRA<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro - leonardo.inocencio@eng.uerj.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista - cesar.a.moreira@unesp.br

O presente projeto de doutoramento visa a utilização de análise de múltiplas variáveis através do uso de inteligência artificial para a determinação de locais que apresentem probabilidade de ocorrência de depósitos minerais. As áreas de estudo do projeto estão localizadas no Estado do Rio Grande do Sul, na região dos municípios de Caçapava do Sul, onde localiza-se a área 1, denominada Passo Feio, que apresenta ocorrências de ouro, e Lavras do Sul, onde localiza-se a área 2, denominada Mina da Barita, que apresenta ocorrências de Cobre. Para tal atividade, será realizada uma compilação de dados provenientes de diversas fontes, como imagens de satélite, levantamentos com aeronaves remotamente pilotadas (Drones), eletrorresistividade, gama espectrometria, mapas geológicos pré-existentes, mapas geomorfológicos, rede de drenagem, além de características extraídas dos modelos gerados a partir das imagens aéreas obtidas, como altimetria, declividade e aspecto das faces. Todos os dados a serem analisados serão convertidos para formato de texto e indexados como dados de treinamento dentro de uma rede neural artificial programada em Python com utilização do algoritmo Keras que é uma API (Interface de Programação de Aplicação). Para reduzir o custo computacional e aumentar a qualidade dos dados a serem gerados, todos os dados de entrada serão normalizados de acordo com a sua fonte para valores decimais entre 0 e 1. A rede a ser executada será organizada com N entradas, de acordo com todas as variáveis disponíveis, duas camadas ocultas com 6 neurônios cada e uma camada de saída que exibirá a probabilidade de cada dado individual apresentar as características relevantes necessárias para determinar a presença dos minerais de interesse. Inicialmente, a rede irá realizar o treinamento, onde ela irá “aprender” as características relevantes para a análise multivariada. Serão realizados testes com diferentes percentuais dos dados amostrais, bem como diferentes números de iterações de treinamento, sempre levando-se em conta os valores médios obtidos e a raiz média quadrática dos resíduos. Além desses valores, serão utilizados diferentes otimizadores, visando um melhor ajuste do treinamento e por consequência um melhor ajuste dos dados de saída. Finalizado o treinamento, a rede será aplicada a um novo conjunto de dados, similares aos dados previamente utilizados para treinamento, porém inéditos. Estes dados, após a passagem pela rede neural serão novamente convertidos para o formato imagem e transformados em um mapa probabilístico de identificação de depósitos minerais de interesse. Os passos seguintes deste trabalho visam a criação de uma metodologia que permita a reprodutibilidade do método para outros depósitos minerais e em diferentes localizações.

**Apoio:** FAPESP

**Palavras-chaves:** Análise Multivariada, Redes Neurais Artificiais, Prospecção Mineral

## INTERPRETAÇÃO DE MULTITRAÇADORES HIDROQUÍMICOS DO AQUÍFERO AÇU NA BACIA SEDIMENTAR POTIGUAR

Natália S. ARRUDA<sup>1</sup>; José Guilherme FILGUEIRA<sup>2</sup>; Didier GASTMANS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, CEA – LARHIA, ns.arruda@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista, CEA – LARHIA, guilherme.filgueira@unesp.br

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista, CEA – LARHIA, didier.gastmans@unesp.br

O Aquífero Açú é um aquífero sedimentar inserido no arcabouço deposicional da Bacia Sedimentar Potiguar, ocupando uma área aproximada de 119 mil km<sup>2</sup> nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, região caracterizada por um clima semiárido. As águas subterrâneas armazenadas no Aquífero Açú representam uma importante fonte de abastecimento para o desenvolvimento regional, entretanto devido ao recente crescimento demográfico e econômico, vem apresentando claros sinais de superexploração. Sendo assim, faz-se necessário compreender as condições de fluxo, armazenamento e evolução hidrogeoquímica das águas subterrâneas deste importante aquífero, para que sua gestão compartilhada seja efetiva e sustentável. O projeto de doutorado em andamento tem por objetivo compreender as condições de fluxo e armazenamento das águas subterrâneas no Aquífero Açú a partir da interpretação dos tempos de residência, das condições climáticas existentes no momento da recarga e a compreensão de processos hidrogeoquímicos que imprimem as características químicas dessas águas, por meio da aplicação de múltiplos traçadores hidroquímicos e isotópicos. Aqui são apresentados os resultados iniciais da análise hidroquímica e isotópica, a partir da interpretação de dados obtidos a partir de 54 amostras coletadas ao longo de duas campanhas de amostragem (janeiro e agosto de 2024). Para a interpretação das fácies hidroquímicas foram utilizados os ânions e cátions maiores, já os isótopos estáveis de H, O e C, colaboram para interpretações quanto as condições de recarga e fluxo subterrâneo e além de <sup>14</sup>C, que nos dão pistas do tempo de residência. Os resultados iniciais mostram que na zona de afloramento as águas subterrâneas são essencialmente do tipo Ca-Cl (n=7) e Na-Cl(n=7), apresentando pH ligeiramente ácido, enquanto na sua porção confinada as águas são do tipo Ca-HCO<sub>3</sub> (n=12) e predominantemente Na-HCO<sub>3</sub> (n=27) com pH's variando de neutros a ligeiramente alcalinos. A análise termodinâmica indicou que as águas subterrâneas estão geralmente em equilíbrio ou ligeiramente supersaturadas com calcita e dolomita, entretanto são insaturadas em relação à Barita. Dados isotópicos da porção cearense do aquífero, indicam que as razões  $\delta_2\text{H}$  apresentam valores médios de  $-21.92 \pm 2.79\text{‰}$  enquanto o  $\delta_{18}\text{O}$  possui média de  $-3.99 \pm 0.52\text{‰}$ , alinhadas a Reta Meteorica Global, sem distinção entre a porção aflorante e a porção confinada. A análise dos valores de  $\delta_{13}\text{C}$  mostra uma grande variação nas assinaturas isotópicas de  $-6.9$  a  $-16.3\text{‰}$ . As concentrações de <sup>14</sup>C, variaram de 0,6 a 96,4 PCM, indicando tempos de residência variáveis, desde águas recarregadas recentemente até águas muito antigas. Sendo assim a necessidade de interpretação mais aprofundada dos isótopos de carbono e a evolução hidrogeoquímica da região. Estes resultados iniciais apontam para a necessidade de implementação de políticas de gestão racional destas águas, pois o aquífero armazena águas fósseis, e a renovação do recurso é lenta, quase inexistente. Análises das concentrações de gases nobres, em andamento, irão permitir a melhor compreensão das condições climáticas em que a recarga dessas águas ocorreu.

**Apoio:** FAPESP, CAPES, FUNEP, CNPQ, COGERH

**Palavras-chaves:** Semiárido, Aquífero Sedimentar, Fácies Hidroquímicas

---

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente - Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos. Bolsista FAPESP n CAPES

## ISÓTOPOS NATURAIS DE RÁDIO APLICADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

*Marta Lilian Victorino PATRICIO<sup>1</sup>; Daniel Marcos BONOTTO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>UNESP, lilian.victorino@unesp.br

<sup>2</sup>UNESP, danielmarcosbonotto@gmail.com

Como consequência do aumento pela necessidade básica de água potável, a demanda por recursos hídricos acompanhou a busca por serviços e produto. A procura por águas subterrâneas constitui uma alternativa viável para o suprimento, pois, suas características físico-químicas, abundância, abastecimento de íons importantes à saúde humana, custo de captação são fatores favoráveis à temática; visto que as características das águas superficiais ocasionalmente não é adequada ao consumo e as despesas para o tratamento adequado destas águas é oneroso. Em diversas localidades no mundo percebe-se uma disposição para substituir as águas de abastecimento público (águas superficiais), por águas minerais envasadas e propícias para o consumo humano. O Brasil é um dos maiores produtores de água mineral engarrafada no mundo, com crescimento anual aumentando consideravelmente, impulsionado pela disponibilidade de mananciais, pelos benefícios das águas minerais, acrescido das ondas de calor que o país vem sofrendo e as empresas nacionais configuram a metade desta produção. E por causa desta demanda é preciso um conhecimento mais discriminado da existência de radionuclídeos naturais dissolvidos, especialmente aqueles descendentes das séries de decaimento do urânio e tório. A ocorrência de isótopos radioativos nos recursos hídricos se relaciona a alguns fatores, como por exemplo: intensificação de procedimentos tecnológicos, mineração e manipulação de minerais portadores de elementos radioativos, manejo de fertilizantes fosfatados. Por consequência, a Organização Mundial de Saúde apresentou em sua atual legislação uma lista com diferentes radionuclídeos e suas respectivas atividades que carecem de acompanhamento para assegurar a qualidade das águas consumidas. As águas minerais e termais procedem em sua maior parte de regiões vulcânicas, acontecem também em espaços onde possam ser instalados balneários, estâncias hidrotermais e spas, com propósitos de entretenimento e cuidados da saúde. As águas de origem subterrânea, podem conter mais de 1 g/L de sólidos totais dissolvidos, *STD*, assim como isótopos naturais de rádio em concentrações de atividade com valores superiores permitidos pelas legislações brasileira e internacional. Da mesma forma que as discussões relacionadas à saúde humana, existe a relevância científica das possíveis aplicações dos isótopos de rádio como traçadores naturais para sondar mecanismos de transferência de constituintes nos processos de correlação água-solo/rocha (transporte de elementos dissolvidos em aquíferos) e como traçadores de descarga de águas subterrânea em regiões costeiras, onde ocorrem reações de troca associadas a processos geoquímicos. Nos sistemas hídricos, o rádio pode ser resultante da interação das águas com materiais carregadores deste elemento como, por exemplo, rochas, solos, sólidos em suspensão (material particulado) e sedimentos de fundo. Em alguns compartimentos ambientais, os isótopos de rádio conseguem ser geoquimicamente separados devido às suas meias-vidas muito distintas e podem ser transferidos para a água subterrânea por diversos processos, incluindo o decaimento de isótopos precursores, recuo alfa, reações de dessorção das superfícies do aquífero, dissolução de sólidos do aquífero, troca-iônica e lixiviação.

**Apoio:** CAPES

**Palavras-chaves:** águas subterrâneas, radioatividade, geoquímica

## MINERALIZAÇÃO HIPOGÊNICA DE FERRO NA MINA DE ABÓBORAS, QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

*Lorenzo Tebaldi CAPELANE<sup>1</sup>; George Luiz LUVIZOTTO<sup>2</sup>; Rosaline Cristina FIGUEIREDO E SILVA<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>UNESP, lorenzo.tebaldi@unesp.br

<sup>2</sup>UNESP, george.luvizotto@unesp.br; Instituição de ensino e e-mail

<sup>3</sup>UFMG, rosalinecris@yahoo.com.br

A Mina de Abóboras (VALE) está localizada no flanco leste do Sinclinal Moeda, oeste do Quadrilátero Ferrífero, no município de Nova Lima, MG. Este depósito de ferro hospeda-se em itabiritos da Formação Cauê, Grupo Itabira, Supergrupo Minas, com corpos lenticulares de minério de alto teor (>60wt % Fe). O estudo visa caracterizar o minério hipogênico e identificar zonamento hidrotermal para entender a gênese do depósito. Foram utilizadas técnicas como petrografia, análises por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) análises por Microsonda (EPMA), e litogeoquímica de rocha total por ICP-MS e ICP-AES. Foram estabelecidas quatro zonas de alteração na formação ferrífera: distal, intermediária, proximal e hipogênico modificado pela supergênese. O nível de alteração baseia-se na paragênese mineral, assinaturas geoquímicas e principalmente nas diferentes gerações em fases de óxidos de ferro, em ordem de evolução: magnetita-martita-kenomagnetita-hematita anedralhematita granoblástica-hematita microlamelar-hematita tabular-hematita especular. A paragênese mineralógica da zona distal e intermediária (quartzo itabirito) é formada por quartzo+hematita+kenomagnetita+martita+goethita/limonita±sericita/paragonita±caulinita±chamosita±ferro-cloritóide, com monazita e xenotímio como acessórios. A zona proximal definida por hematita compacta apresenta paragênese mineral constituída por hematita+martita+kenomagnetita+goethita/limonita+quartzo±sericita/paragonita±caulinita. A zona definida por hipogênica modificada pela supergênese caracteriza-se por mineralogia semelhante, mas com maior proporção de goethita e limonita. Na hematita compacta, poros e vugs marcam anisotropia e estão parcialmente preenchidos por sericita-paragonita quartzo, limonita e caulinita. Estes vazios denotam processos de remobilização, lixiviação da sílica e passagem de fluidos. Análises de química mineral demonstram que na martitização da magnetita ocorre aumento em quantidades de Al, K, Ca, Na, Cr, P, Mn e Cl. Na evolução geracional de óxidos de ferro há aumento gradual de Ti, com maior quantidade identificada em hematita especular, enquanto há decréscimo de F. A formação ferrífera possui anomalias positivas de Eu, La e Gd, e anomalias negativas de Ce e Pr. As fortes anomalias positivas de Eu (>3,00) indicam presença de fonte hidrotermal. Razões Y/Ho variam de 19 a 135 com maioria acima de 40, e valores baixos de razão Nd/Yb<sub>sn</sub> entre 0,06 a 0,74. Valores elevados de razão Y/Ho (>40) e valores baixos de Nd/Ybn sugerem mudanças na composição química do ambiente de deposição na qual a formação ferrífera foi depositada e/ou à introdução de fluidos hidrotermais.

**Apoio:** VALE S.A., Agência para o Desenvolvimento e Inovação do Setor Mineral Brasileiro (ADIMB) e UNESP

**Palavras-chaves:** mineralização hipogênica, minério de ferro, geoquímica

---

Nível: Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Recursos hídricos, minerais e energéticos.

Bolsista VALE-ADIMB-Universidades

## MODELAGEM DO FLUXO HÍDRICO NO AQUIFERO SUPERIOR DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE: ESTRATÉGIAS PARA A PROTEÇÃO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DAS FONTES DA REGIÃO DO CARIRI (CE)

*Mariana Fávero DUARTE<sup>1</sup>; Didier GASTMANS<sup>2</sup>; Marcio Costa ALBERTO<sup>3</sup>; Lucas Vituri SANTAROSA<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp); mariana.favero@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp); didier.gastmans@unesp.br

<sup>3</sup>Geoinovações- Geologia e Meio Ambiente; mralberto@geoinovacoes.com.br

<sup>4</sup>Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV); lucasviturisantarosa@gmail.com

Na obra "Vidas Secas", Graciliano Ramos retrata a árida e implacável realidade do sertão nordestino, onde a água é um bem tão escasso quanto precioso. Essa obra-prima da literatura brasileira nos faz refletir sobre a necessidade vital da água e sua relação intrínseca com a sobrevivência e a prosperidade das comunidades do semiárido nordestino. Nestas regiões, a disponibilidade de recursos hídricos superficiais é limitada, o que eleva a importância do uso da água subterrânea como principal fonte de abastecimento. Na região da Chapada do Araripe e Vale do Cariri, situados no sul do Ceará, as águas subterrâneas são a principal fonte de água para o abastecimento residencial, industrial e rural. Com o aumento na urbanização e intensificação da agricultura um aumento na perfuração de poços, de forma indiscriminada e sem controle, acaba por afetar a qualidade da água, a gestão hídrica e o saneamento, levando a uma situação crítica para o abastecimento de água na região. A região de estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Araripe (BSA), a maior reserva de água subterrânea do Ceará, na qual são reconhecidas cinco grandes unidades hidrogeológicas: os sistemas aquíferos Superior, Médio e Inferior, além dos aquícludes Santana e Brejo Santo. Devido às características geológicas da região, várias nascentes naturais se originam nas encostas da chapada, no contato entre o Aquífero Superior e o Aquíclode Santana, fornecendo água para abastecer comunidades em suas diversas atividades. O presente projeto tem por objetivo avaliar a disponibilidade hídrica subterrânea futura e a sua qualidade, por meio de modelagem matemática de fluxo, utilizando o software Visual Modflow. Esta modelagem será realizada na fonte Gravatá, localizada na cidade de Crato, Ceará. Os dados para realização da modelagem de fluxo são: topografia; nível d'água dos poços da região; análises físico-químicas e isotópicas das amostras dos poços; e estimativa da recarga e do balanço hídrico (satélites). Os dados de isótopos entram no modelo afim de ajudar na calibração, pois falam sobre o tempo de residência dessa água no aquífero. A partir desta modelagem, será possível subsidiar uma eficaz gestão, preservação e manutenção dos recursos hídricos, através da compreensão dos sistemas de recarga e descarga presentes nas bacias hidrográficas.

**Apoio:** COGERH, FUNEP, LARHIA

**Palavras-chaves:** Modelagem matemática, Chapada do Araripe (CE), Fluxo Água subterrânea

## MODELAMENTO ESTRUTURAL E GEOFÍSICO DE DEPÓSITO DE SULFETOS DE Cu NA REGIÃO DAS MINAS DO SEIVAL, ESCUDO SUL-RIOGRANDENSE (RS)

*Ana Flávia da Silva ARAUJO<sup>1</sup>; César Augusto MOREIRA<sup>2</sup>; Luiza Lima ALVES<sup>3</sup>; Lenon Melo ILHA<sup>4</sup>; Sissa KUMAIRA<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, IGCE, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro, SP. Email: af.araujo@unesp.br; cesar.a.moreira@unesp.br; luiza.lima@unesp.br

<sup>4,5</sup>Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul. Av. Pedro Anunciação, 111, Vila Batista, CEP 96570-000, Caçapava do Sul, RS. E-mail; lenonilha@unipampa.edu.br; sissakumaira@unipampa.edu.br

A descoberta de depósitos minerais rentáveis tem sido progressivamente mais escassa no passo em que a sociedade de consumo cresce. O setor mineral desempenha um papel fundamental no sustento de inúmeras cadeias produtivas, as quais moldam o estilo de vida moderno da sociedade e conferem importância substancial para suprir suas necessidades básicas. Uma das estratégias para descoberta de novos alvos é a busca em regiões reconhecidamente mineralizadas. Para além disso, na região de minas previamente estudadas em áreas com ausência de indícios de mineralização em superfície, podem ser encontrados depósitos cegos, baseado em critérios de orientação estrutural. Diante do exposto, este projeto é baseado no uso de métodos de investigação indiretos com emprego da geofísica como ferramenta para a pesquisa de depósitos não aflorantes. A integração dos métodos da Eletrorresistividade e da Polarização Induzida somada à análise de dados estruturais é adotada na região das Minas do Seival, especificamente entre a Mina Barita e João Dahne. A área está localizada a 324 km de Porto Alegre (RS) entre os limites municipais de Caçapava do Sul e Lavras do Sul. Está inserida geologicamente no contexto do Escudo Sul-Riograndense, inserido no setor meridional da Província Mantiqueira. Na localidade ocorre a Formação Hilário, composta por rochas vulcânicas intermediárias como andesitos, dacitos e latitos, além de rochas vulcanoclásticas como tufos, lapili tufos e brecha tufos. Foram realizadas seis linhas em arranjo Schlumberger por tomografia elétrica, com 400m de comprimento e 10m de espaçamento entre eletrodos. O levantamento estrutural ocorreu na Mina Barita, próxima à área de estudos em lapili tufos aflorantes onde foram detectadas ocorrências de indicadores de mineralização de cobre com malaquita e azurita. Quanto aos produtos, foram geradas seções de resistividade e cargabilidade a partir de modelos de inversão 2D e mantida uma escala única de cores e valores, para que sejam permitidas análises comparativas entre as linhas. Os dados de resistividade processados revelam um intervalo de variação de valores entre 10  $\Omega.m$  e 20.000  $\Omega.m$ . Os dados de cargabilidade, por sua vez, apresentam um intervalo de variação entre 0,5 mV/V e 5 mV/V. Com isso, foram gerados modelos de visualização 3D para os parâmetros físicos analisados a partir das seis seções geofísicas. Posteriormente, foram definidos oito níveis de visualização em mapa para as profundidades 10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 60m, 70m e 80m. A integração dos métodos propostos teve êxito no reconhecimento do alvo mineralizado cego em profundidade, e demonstra a versatilidade do emprego de geofísica em fases de definição de alvos em pesquisa mineral, com substancial redução de tempo e recursos financeiros.

**Apoio:** FAPESP: Projeto nº 2023/04732-8; UNIPAMPA

**Palavras-chaves:** prospecção mineral, cobre, depósito cego

## RESTRICÇÕES GEOQUÍMICAS E GEOCRONOLÓGICAS U-Pb NOS SISTEMAS “SOURCE-TO-SINK” RESPONSÁVEIS PELA ORIGEM DA FORMAÇÃO TATUÍ NO ESTADO DE SÃO PAULO, EOPERMIANO DA BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ

*Rafael F. HARTUNG<sup>1</sup>; Fabiano Tomazini da CONCEIÇÃO<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP); E-mail: rafael.hartung@unesp.br

<sup>2</sup>Departamento de Geografia e Planejamento Territorial (DGPA), Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP); E-mail: fabiano.tomazini@unesp.br

A Formação Tatuí é uma unidade litoestratigráfica datada do Eopermiano, sendo a responsável por registrar, no flanco nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, a história deposicional subsequente ao encerramento da última grande glaciação gondwânica ocorrida no Permocarbonífero. Seus afloramentos são verificados exclusivamente no Estado de São Paulo, região sudeste do Brasil. Esta unidade consiste em uma sequência marinha a transicional composta por siltitos e arenitos muito finos a finos, além de ocorrências minoritárias de arenitos grossos, paraconglomerados ricos em clastos de sílex e lentes de calcário. Estudos inerentes a ela estão presentes, na literatura, desde o início do século passado. Entretanto, ainda existem importantes lacunas a serem superadas, especificamente no que tange ao detalhamento de sua proveniência sedimentar e das condições tectônicas e climáticas verificadas junto às suas áreas-fonte. Com o propósito de atingir essas finalidades, onze amostras de rochas frescas desta unidade foram coletadas em áreas rurais dos municípios de Rio Claro e Ipeúna para a realização de análise geoquímica em rocha total e, adicionalmente, outras duas amostras foram obtidas junto aos seus níveis basal e de topo, nos quais 151 grãos de zircão detrítico foram extraídos e datados com o emprego de geocronologia U-Pb por LA-ICP-MS. Dados geoquímicos plotados nos diagramas binários  $Al_2O_3$  versus  $TiO_2$  e  $TiO_2$  versus Zr estabelecem que as rochas pertencentes às áreas-fonte apresentaram composição proeminentemente félsica. Em relação às condições paleoclimáticas nas quais elas estavam submetidas, os dados verificados no diagrama  $SiO_2$  versus  $Al_2O_3 + K_2O + Na_2O_3$  demonstram que se tratou de um clima semiárido. No que concerne às idades calculadas para os cristais de zircão, registrou-se um amplo domínio deles (55% do total) disposto no intervalo entre 700 e 500 Ma. Considerando que a idade mais jovem verificada se refere a um cristal apresentando idade de  $294 \pm 9$  Ma, a reconstituição paleogeográfica permitiu inferir que as áreas-fonte estavam situadas em uma latitude pretérita de aproximadamente  $45^\circ S$ . A análise integrada dos resultados indica que as rochas responsáveis pelo fornecimento do aporte sedimentar encontravam-se inseridas em condições de clima semiárido frio, similarmente àqueles observados nas regiões adjacentes aos atuais Desertos da Patagônia e de Gobi. Salienta-se ainda que a Bacia Sedimentar do Paraná foi fortemente influenciada, durante o Permiano, pela Orogenia San Rafael. A Província Ígnea de Choiyoi registrou uma atividade vulcânica de aproximadamente 30 Ma, disposta no intervalo entre  $281,4 \pm 2,5$  Ma (Cisuraliano) e  $251,9 \pm 2,0$  Ma (Lopingiano). Em virtude da ausência de idades U-Pb em cristais de zircão detrítico da Formação Tatuí vinculados ao referido evento magmático, conclui-se que o tempo de sua deposição ocorreu em um intervalo aproximado de 10 Ma, mais especificamente entre cerca de 290 e 280 Ma, em ambiente marinho plataformar raso a transacional.

**Apoio:** CAPES e CNPq

**Palavras-chaves:** Geoquímica Sedimentar, Geocronologia U-Pb em zircão detrítico, Bacia Sedimentar do Paraná

---

Nível: Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos. Bolsista CAPES

## VARIAÇÃO ISOTÓPICA DA PRECIPITAÇÃO E SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NA AMAZÔNIA CENTRAL: UMA ANÁLISE BASEADA NO AGRUPAMENTO DE TRAJETÓRIAS DE MASSAS DE AR

*Rafaela Rodrigues GOMES<sup>1</sup>; Didier GASTMANS<sup>2</sup>; Ricardo SÁNCHEZ-MURILLO<sup>3</sup>;  
Renato Cruz SENNA<sup>4</sup>; Sávio José Filgueiras FERREIRA<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), rafaela.rodrigues@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), didier.gastmans@unesp.br

<sup>3</sup>University of Texas at Arlington (UTA), ricardo.sanchezmurillo@uta.edu

<sup>4</sup>Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), renato.senna@inpa.gov.br

<sup>5</sup>Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), savio@inpa.gov.br

Isótopos estáveis de oxigênio e hidrogênio ( $\delta_{18}\text{O}$  e  $\delta_2\text{H}$ ) são utilizados como uma ferramenta para obter informações hidrometeorológicas sobre a origem e formação de eventos de precipitação devido ao processo de fracionamento isotópico. Este processo está ligado à distribuição dos isótopos leves e pesados no ciclo hidrológico e estabelece uma relação direta com as mudanças físicas (evaporação e condensação) da água, as quais, por sua vez, estão relacionadas aos parâmetros climáticos que influenciam tanto a formação quanto o evento da precipitação. O presente projeto teve como principal objetivo retomar estudos conduzidos nos anos 1990 sobre a composição isotópica da chuva na Amazônia, uma área que desempenha um papel central no sistema climático global e está amplamente ameaçada pelas mudanças climáticas. O objetivo, portanto, foi avaliar e compreender os fatores climáticos locais e regionais que influenciam a variabilidade isotópica da precipitação na Amazônia. Para alcançar esse objetivo, a composição isotópica diária da precipitação e uma série de dados meteorológicos foram analisados em conjunto com informações fornecidas pelo modelo HYSPLIT (trajetórias retroativas) para fins de agrupamento e análise de padrões. O estudo abrange o período de março de 2023 a fevereiro de 2024. Os resultados obtidos indicam que a variabilidade isotópica na Amazônia Central reflete diferentes mecanismos climáticos associados à origem das precipitações. Observou-se uma predominância de trajetórias de massas de ar com origem no Atlântico Norte, as quais apresentaram uma depleção isotópica significativa, influenciada por precipitações contínuas ao longo da trajetória durante o trimestre mais chuvoso (março, abril e maio). Em contraste, as trajetórias oriundas do Atlântico Sul durante o trimestre mais seco (junho, julho e agosto) apresentaram sinais isotópicos mais enriquecidos, relacionados a controles climáticos de caráter local. Essas variações estão diretamente ligadas à dinâmica de deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a processos atmosféricos locais. Nossos achados reforçam a importância do monitoramento contínuo de isótopos estáveis da água para entender os processos atmosféricos regionais na Amazônia, considerando a variabilidade interanual das chuvas e os impactos das mudanças climáticas. Cabe destacar que este projeto de mestrado está vinculado à cooperação LARHIA/INPA, estabelecida através do projeto FAPESP (processo 2020/08971-9), que visa compreender o funcionamento do ciclo hidrológico por meio da abordagem isotópica na Amazônia Central.

**Apoio:** Agradecimento ao INPA pela cooperação e à FAPESP pelo financiamento do projeto no Brasil (processo 2023/07314-2) e no exterior (processo 2024/01373-0)

**Palavras-chaves:** Precipitação, isótopos estáveis, modelagem climática

---

Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente. Linha de pesquisa em Recursos Hídricos, Minerais e Energéticos.  
Bolsista FAPESP (processo 2023/07314-2)

## VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA DA PRECIPITAÇÃO NA PORÇÃO CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO: 10 ANOS DE OBSERVAÇÃO CONTÍNUA

*Amanda Rodrigues SOARES<sup>1</sup>; Didier GASTMANS<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Centro de Estudos Ambientais, amanda.soares@unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista, Centro de Estudos Ambientais, didier.gastmans@unesp.br

A avaliação de séries temporais da composição isotópica da chuva ( $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$ ) podem fornecer importantes informações sobre a sua variabilidade e tem sido utilizada na compreensão dos efeitos das mudanças climáticas, entretanto, observa-se, que existem lacunas desse tipo de análise em regiões tropicais, principalmente devido descontinuidade nessas observações. Estudos isotópicos da precipitação em regiões tropicais são de extrema importância para avaliar a influência de parâmetros meteorológicos locais ou de larga escala na variabilidade isotópica da chuva, uma vez que essas regiões possuem um clima muito singular e com grande influência na distribuição dos regimes de chuva. Neste sentido, o presente projeto tem por objetivo avaliar uma série histórica com observação contínua de 10 anos, coletadas no Centro de Estudos Ambientais (CEA) da Unesp/Rio Claro, situado na região central do estado de São Paulo. O interesse desta análise está diretamente relacionado aos diferentes sistemas atmosféricos atuantes na região, e compreender como esses sistemas refletem na composição isotópica da chuva ao longo deste período. As amostras de chuva vêm sendo coletadas desde 2014 e com frequência diária e mensal, utilizando um amostrador passivo, seguindo as recomendações da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA). As determinações das razões isotópicas das amostras foram realizadas no Laboratório de Hidrogeologia e Hidroquímica do Departamento de Geologia Aplicada da Unesp/Rio Claro e no Centro de Isótopos Estáveis do Instituto de Biociências da Unesp/Botucatu. Parâmetros meteorológicos locais foram adquiridos das estações de medição do CEA e do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), situadas no mesmo local da coleta dos eventos isotópicos. Como suporte para as análises dessa pesquisa, serão utilizados testes estatísticos de correlação e tendência. O trabalho teve como objetivo compreender um panorama inicial dos valores isotópicos em dados mensais e diários da série histórica, por meio de uma análise exploratória. Os resultados preliminares não indicaram tendências ao se observar a sequência completa dos 10 anos de dados (766 eventos diários e 108 mensais), quando combinados com dados de precipitação (mm), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa (%). As etapas futuras do projeto de mestrado envolvem a avaliação dos dados isotópicos em análises de menor escala (anual e semestral), associados a dados sinóticos de variáveis relacionadas à formação da chuva, bem como suas trajetórias, pois esses processos influenciam a assinatura isotópica da precipitação. A proposta inclui a aquisição dos dados sinóticos do Projeto *Reanalysis*, a partir das plataformas ERA5 da Copernicus/ECWMF e Giovanni (*Geospatial Interactive Online Visualization ANd aNalysis Infrastructure*) da NASA.

**Apoio:** Agradecemos à CAPES e à FAPESP (Processo 2024/06442-0) pela concessão de bolsa de estudo à primeira autora. A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) (CRP F31006) e à FAPESP (Processo 2018/06666-4) pelo financiamento do projeto

**Palavras-chaves:** mudanças climáticas, isótopos ambientais, análise sinótica

## WATER SYSTEM COMPLEXITY RELATED TO CLIMATE CHANGE AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OBSERVED IN THE BAIXO PARDO GRANDE BASIN, NORTHEASTERN SÃO PAULO, BRAZIL

*Carolina Stager QUAGGIO<sup>1</sup>; Lucas Vituri SANTAROSA<sup>2</sup>; Didier GASTMANS<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Environmental Studies Center (CEA), Laboratory of Water Resources and Environmental Isotopes (LARHIA), Rio Claro (SP), Brazil, stager.quaggio@unesp.br

<sup>2</sup>Scholl of Agronomy, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Pontifical Catholic University of Valparaiso, Quillota, Chile, lucasviturisantarosa@gmail.com

<sup>3</sup>Environmental Studies Center (CEA), Laboratory of Water Resources and Environmental Isotopes (LARHIA), Rio Claro (SP), Brazil, didier.gastmans@unesp.br

The water cycle can be conceptualized as a complex water system that depends on the simultaneous adaptation of the various water compartments and functions to a range of natural and anthropogenic forcing factors, including climate and overexploitation. A systematic approach was employed in the Baixo Pardo Grande basin to evaluate the level of change in the water compartments, utilizing statistical normality and trend analysis of daily, monthly, and annual time series, in addition to the spatial distribution of the data. The level of change was calculated for annual data by subtracting the statistical parameters during the baseline period (T0: up to 1990) for the three time periods (T1: 1991-2000, T2: 2001-2010, and T3: 2011-2020). The data set comprises remote sensing derived hydroclimatic variables (temperature, rainfall, evapotranspiration, runoff, water surplus, and groundwater storage), land use and land cover (LULC), and on-the-ground data from monitoring stations (rain gauge and streamflow) and from the aquifers (groundwater depths). LULC that increased over time included coffee, sugar cane, and urban areas. Conversely, the LULC that only decreased over time included forest, pasture, and water. The LULC that both increased and decreased over time included citrus, forest plantation, grassland, soybean, and wetland use, indicating that some of the LULC were maintained, albeit in different proportions over time. The intra-annual analysis demonstrated that the water compartments, which exclude the LULC data, exhibited consistent seasonal variability, predominantly displaying non-normal behavior. The observed trends in the water balance components indicate a predominantly decreasing trend. When all series with a trend were considered at all time scales, 70% exhibited a decreasing trend, 30% of which were observed in the last two decades. A reduction in precipitation was observed, with 68% of the rain gauges indicating a decrease in the number of rainy days, and a decline in streamflow at all stations during T3. The western portion of the basin exhibited the most LULC change to monoculture and pronounced effects of climate change, with notable declines in rainfall, evapotranspiration, and runoff. The adaptation of the CWS is evidenced as the homogenization of the water balance and the concomitant increase in aridity associated with rising temperatures. The influence of unnatural drivers on the CWS are related to the LULC and extensive groundwater use, which manifest as the spread of monoculture agriculture and the depletion of groundwater levels. The effects of climate change increase the complexity of the water cycle, with the constant re-equilibrium and adaptation affecting the system's resilience.

**Support:** CAPES (process 88887.637660/21), Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Bebedouro (SAAEB), Departamento de Água e Esgoto do Estado de São Paulo (DAEE), FUNEP (project 66/2020), FAPESP (process 2022/18.849-7 and 2023/13.079-6)

**Key-words:** climate change, complex water system, remote sensing, on ground data

## Patrocinador Diamante



## Patrocinador Prata



## Patrocinador Bronze



## Apoio:



## Apoio Institucional:

