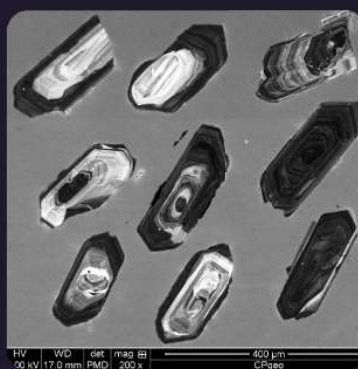


SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

# CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA

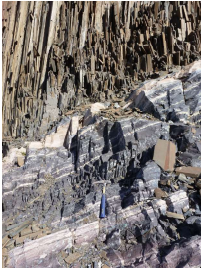
ANDRÉA RITTER JELINEK  
CARLOS AUGUSTO SOMMER



## IMAGENS DE CAPA E CONTRACAPA



Fotografia aérea do setor norte da Serra do Segredo, em Caçapava do Sul, RS, onde se destacam a Pedra do Segredo, em primeiro plano, e a Pedra da Abelha, logo à esquerda, geofórmulas esculpidas sobre conglomerados fluviais da Bacia do Camaquã. Ao fundo, alguns cerros formados por rochas metamórficas e o imponente alto de Caçapava, sobre granitoides diversos, rochas que registram diferentes momentos do Ciclo Brasileiro no sul do Brasil. A paisagem faz parte do Geoparque Caçapava Aspirante Unesco e é parcialmente inserida no Parque Natural Municipal da Pedra do Segredo. Imagem obtida por Felipe Guadagnin. Legenda de André Weissheimer de Borba e Felipe Guadagnin.



Contato entre rochas sedimentares da Bacia do Paraná e soleira de diabásio do Grupo Serra Geral. Pedreira Carollo, região de Montenegro, RS. Imagem e legenda de Carlos Augusto Sommer.

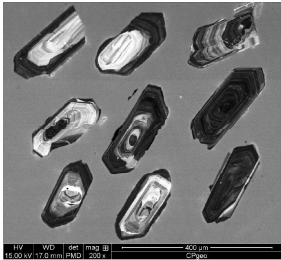


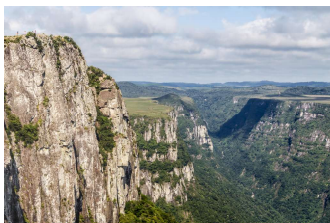
Imagem de catodoluminescência de cristais de zircão pertencentes ao Batólito de Florianópolis. Aumento de 200 vezes. Imagem e legenda de Andréa Ritter Jelinek.



Fotografia aérea oblíqua apresentando a morfologia da região correspondente ao extremo do Litoral Norte do RS, à direita observa-se a cidade de Torres/RS. Em primeiro plano observa-se a morfologia do campo de dunas localizado no Parque Estadual de Itapeva. Unidade essa localizada sobre o sistema Laguna-Barreira IV (holocênica). Logo após o baixio, na retaguarda do campo de dunas, ocorre a morfologia do sistema Laguna-Barreira III (pleistocênica). Ao fundo, com o relevo mais elevado, encontra-se a Formação Serra Geral pertencente à Bacia do Paraná. Imagem obtida por Eduardo H. R. Russo. Legenda de Eduardo Guimarães Barboza.



Minas do Camaquã, Mineração de cobre a céu aberto, Caçapava do Sul. Imagem e legenda de Carlos Augusto Sommer.



Derrames ácidos do Grupo Serra Geral, Bacia do Paraná, na região do Cânion Fortaleza, Parque Nacional da Serra Geral, Cambará do Sul, RS. Imagem licenciada de Depositphotos. Legenda de Carlos Augusto Sommer.



PUBLICAÇÃO ESPECIAL DO NÚCLEO RS/SC DA  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

**CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA  
DO RIO GRANDE DO SUL E  
DE SANTA CATARINA**

**Editores**

Andréa Ritter Jelinek  
Carlos Augusto Sommer



Porto Alegre, RS, 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra, sem autorização expressa dos autores ou da editora. A violação importará nas providências judiciais previstas no artigo 102, da Lei nº 9.610/1998, sem prejuízo da responsabilidade criminal. Os textos deste livro são de responsabilidade de seus autores.

ISBN E-book: 978-65-89013-03-7

Edição: 1ª

Ano: 2021

**Editora Compasso Lugar Cultura**

Responsável André Suertegaray Rossato

Porto Alegre - RS - Brasil

Telefones (51) 984269928

compassolugarcultura@gmail.com

www.compassolugarcultura.com

Editores:

Andréa Ritter Jelinek

Carlos Augusto Sommer

Diagramador: Gabriel Zambom

Revisão de Texto: Gustavo Saldivar

**Conselho Editorial Compasso Lugar Cultura**

Álvaro Heidrich

Carlos Henrique Aigner

Cláudia Luíza Zeferino Pires

Dakir Larara Machado da Silva

Dilermando Cattaneo da Silveira

Dirce Maria Antunes Suertegaray

Helena Copetti Callai

Jaeme Luiz Callai

João Osvaldo Rodrigues Nunes

Laurindo Antonio Guasselli

Maíra Suertegaray Rossato

Nelson Rego

Roberto Verdum

Rosa Maria Vieira Medeiros

Sinthia Batista

**Realização**

**Sociedade Brasileira de Geologia**

**Diretoria Núcleo RS/SC:**

Diretora Presidente: Andréa Ritter Jelinek

Diretor Vice-Presidente: Carlos Augusto Sommer

Diretor Secretário: Lucas Debatin Vieira

Diretor Financeiro: Breno Leitão Weichel

Diretora de Programação Técnico-Científica: Rosemary Hoff

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

J47c

Jelinek, Andréa Ritter.

Contribuições à Geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina /Andréa Ritter Jelinek e Carlos Augusto Sommer, organização – Sociedade Brasileira de Geologia - Porto Alegre : Compasso Lugar-Cultura, 2021.

504 p., il. col.

ISBN E-book: 978-65-89013-03-7

<https://doi.org/10.29327/537860>

1. Geologia 2.Sociedade Brasileira de Geologia 3. Coletâneas de textos I. Jelinek, Andréa Ritter II. Sommer, Carlos Augusto III. Título

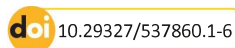
CDD 551

CDU 551.1/.4

Bibliotecária Responsável: Catarina Strapação Guedes Vianna CRB-10/2469

Índices para catálogo sistemático:

1. Geologia 551



# Evolução de Ofiolitos do Escudo Sul-Rio-Grandense – Roteiro de campo

Léo Afraneo **Hartmann**<sup>1\*</sup>, Karine da Rosa **Arena**<sup>1</sup>, Tiara **Cerva-Alves**<sup>1</sup>, Mariana **Werle**<sup>1</sup>, Viter Magalhães **Pinto**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>2</sup> Centro de Engenharia, Engenharia Geológica, Universidade Federal de Pelotas

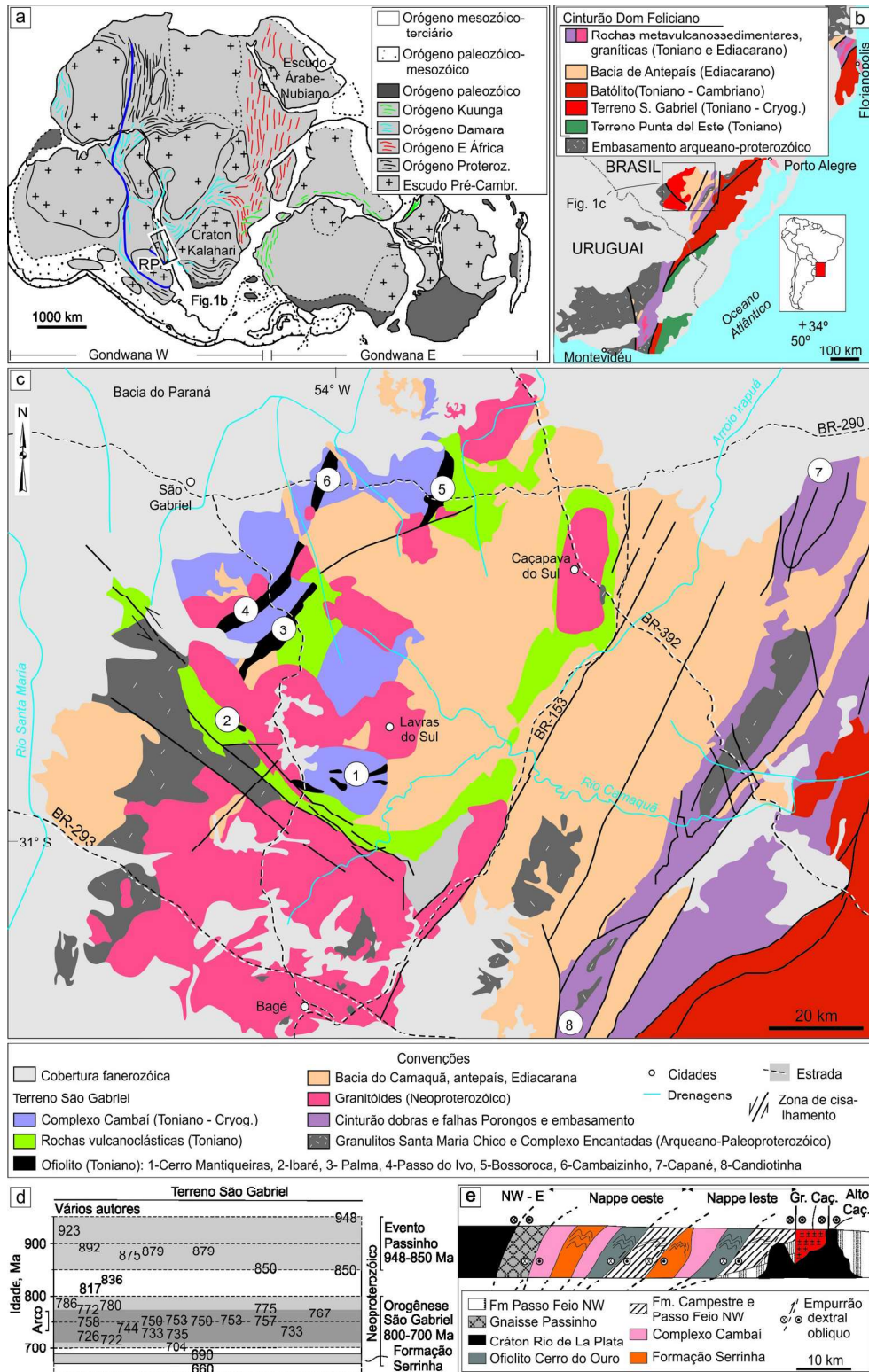
\* autor correspondente: [leo.hartmann@ufrgs.br](mailto:leo.hartmann@ufrgs.br)

## 1 INTRODUÇÃO

A crosta oceânica e o manto superior do proto-Oceano Adamastor estão preservados em fragmentos de ofiolitos, no Escudo Sul-Rio-Grandense. Ofiolitos são associações de rochas máficas (basalto, gabro), ultramáficas (peridotito, serpentinito) e sedimentares (chert, lamito, siltito), interpretadas como fragmentos da crosta oceânica e do manto superior, retidos em arco de ilhas oceânico e na margem continental ativa, durante a subdução e a colisão orogênica. A geração de ofiolitos do tipo Fanerozoico iniciou no Toniano, mas, em outros orógenos, há ofiolitos datados da Era Neoproterozoica, que é dividida em Toniano (1000-720 Ma), em Criogeniano (720-635 Ma) e em Ediacarano (635-539 Ma).

No Rio Grande do Sul, dezenas de ofiolitos ocorrem no Terreno São Gabriel e alguns estão presentes no cinturão de dobras e de falhas Porongos e em septos desse cinturão, no Batólito Pelotas. No terreno, ocorrem os ofiolitos Cerro Mantiqueiras, Ibaré, Palma, Palma Leste, Passo do Ivo, Cambaizinho, Bossoroca e Passo Feio (em parte) (Ribeiro & Fantinel, 1978; Szubert, 1978; Hartmann & Chemale, 2003; Arena *et al.*, 2016; Hartmann *et al.*, 2019; Cerva-Alves *et al.*, 2020). No cinturão, estão contidos os ofiolitos Capané e Candiotinha (Arena *et al.*, 2018; Werle *et al.*, 2020) e, em septo desse cinturão, ocorre o ofiolito Arroio Grande (Ramos *et al.*, 2020), enquanto o Cinturão Dom Feliciano (Fig. 1) apresenta inserções de ofiolitos em todos os ambientes geológicos (Fernandes *et al.*, 1995; Philipp *et al.*, 2016; Hueck *et al.*, 2018).

O Terreno São Gabriel (Fig. 2) foi designado, inicialmente, como 'Bloco', por Jost & Hartmann (1984), e separado do Batólito Pelotas ('Bloco'), com base em diferenças geológicas. O acesso à geocronologia U-Pb de zircão possibilitou a determinação da idade toniana (737 Ma)



**Figura 1** - (a) Posicionamento do Terreno São Gabriel na configuração simplificada do supercontinente Gondwana, em 530 Ma, com indicação dos crátons e dos cinturões orogênicos neoproterozoicos; (b) Cinturão Dom Feliciano; (c) Mapa geológico da região oeste do Escudo Sul-Rio-Grandense, com indicação dos ofiolitos descritos (modificado de Cerva-Alves *et al.*, 2020); (d) Distribuição das idades U-Pb em zircão, no Terreno São Gabriel (Arena *et al.*, 2017) (quiescência tectônica de 50 Ma entre as orogêneses); (e) Estrutura do Terreno São Gabriel (seção esquemática entre as cidades de São Gabriel (W) e de Caçapava do Sul (E)) (Saalmann *et al.*, 2006). Legenda: RP = Rio de La Plata Cráton; Gr. Caç. = Granito Caçapava; Alto Caç. = Alto de Caçapava; Proteroz. = Proterozoico; Pré-Cambr. = Pré-Cambriano; S. Gabriel = São Gabriel; Cryog. = Cryogeniano.

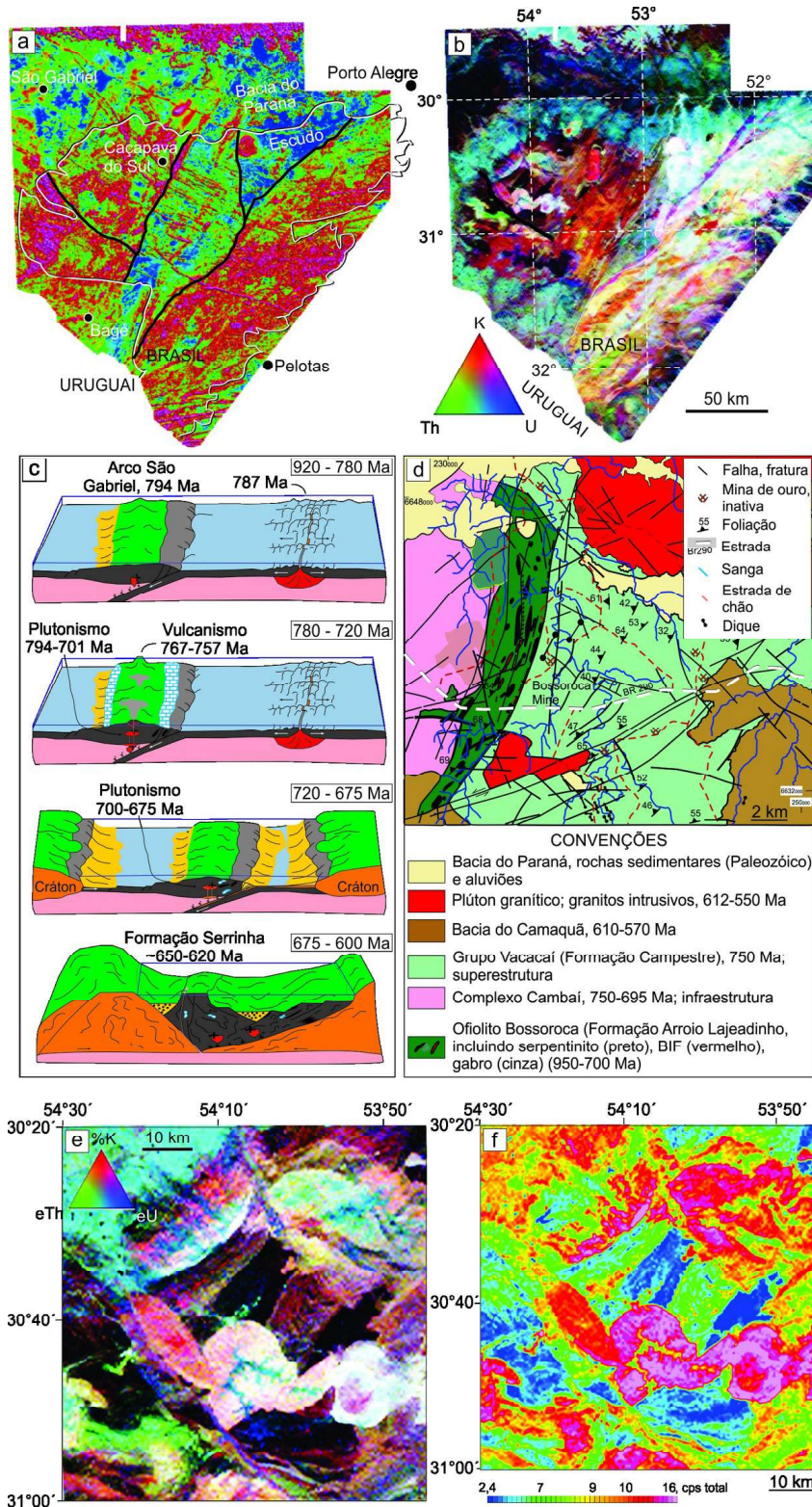
para a Formação Campestre (Grupo Vacacaí), hospedeira do ofiolito Bossoroça (Machado *et al.*, 1990), refutando a hipótese de idade arqueana, imaginada, anteriormente, para o Ofiolito Cerro do Ouro e para as rochas hospedeiras (Fragoso-Cesar, 1980; Jost & Hartmann, 1984). As características juvenis do Terreno São Gabriel foram identificadas por Babinski *et al.* (1996) e avaliadas por Chemale Jr. (2000). Zircão (e rutilo) de crosta oceânica – albitito, xistos magnesianos e metassomatitos (turmalinito, rodingito, cloritito) – e de arcos – foram datados no Toniano-Criogeniano por SHRIMP e por LA-ICPMS, por Arena *et al.* (2016, 2017, 2018), por Hartmann *et al.* (2019) e por Cerva-Alves *et al.* (2020). Algumas características dos ofiolitos estão referidas na Tabela 1. As idades principais dos ofiolitos são 923 Ma, 786 Ma e 715 Ma, relativas ao percurso, que vai da cadeia meso-Oceano Adamastor, até a in-

serção no arco de ilhas e até a obdução do conjunto oceânico sobre o cráton. A descoberta de zircão em turmalinitos, contidos em cloritito e em *blackwall* de rodingito (ambos, dentro de serpentinito), possibilitou a caracterização do zircão (U/Yb <0,1) incluso na turmalina ( $\delta^{11}\text{B} = 0$  a +6) como sendo de crosta oceânica, formada há 920 Ma e alterada, até 715 Ma (Arena *et al.*, 2016, 2018, 2020; Hartmann *et al.*, 2019; Werle *et al.*, 2020). Como resultado, a fase acrescionária do Orógeno Brasileiro está caracterizada, desde o Toniano, até o início do Criogeniano.

Apresentamos, neste capítulo, os resultados geológicos, petrográficos, geoquímicos (rocha total, minerais) e isotópicos (U-Pb em zircão e em rutilo, B em turmalina) obtidos nos ofiolitos, principalmente, nos metassomatitos, associados a serpentinitos. Indicamos afloramentos em vários ofiolitos,

**Tabela 1-** Estratigrafia e geotectônica do Terreno São Gabriel (arco de ilhas + ofiolitos obductados) e unidades associadas, com exemplos e com idades aproximadas. Ofiolitos do cinturão de dobras e de falhas Porongos são mencionados.

Ambiente geotectônico	Unidade estratigráfica	Descrição	Idade (em Ma)
<b>(Arco de ilhas) Terreno São Gabriel</b>	Superestrutura Vacacaí – Formações Campestre, Pontas do Salso, Bela Vista, Passo Feio (em parte)	Rochas vulcânicas e sedimentares, turbidito, grauvaca, tufo, andesito. Fácies anfíbolito inferior dominante	755
	Infraestrutura, Complexo Cambaí – Suite Lagoa da Meia-Lua, Granito Sanga do Jobim, Granodiorito Cerca de Pedra, Diorito Capivaras, Gnaisses Imbicuí	Rochas graníticas sintectônicas, sem efeito termal de contato sobre os ofiolitos ou sobre o Grupo Vacacaí. Fácies anfíbolito inferior a médio	(770), 730-700, 690
<b>Crosta oceânica + manto - Ofiolito Cerro do Ouro</b>	Ofiolito Cerro do Ouro – ofiolitos Cerro Mantiqueiras, Cambaizinho, Palma, Ibaré, Passo Feio (em parte)	Rochas ultramáficas, máficas, andesitos, rochas vulcanosedimentares. Fácies anfíbolito médio no ofiolito Cerro Mantiqueiras (inserido na infraestrutura), facies anfíbolito inferior nos demais (inseridos na base da superestrutura)	920-720
	Ofiolito Bossoroça (Formação Arroio Lajeadozinho)	Foliação de alto ângulo, mergulhando para NNE ou para NNW. Talco-olivina metaserpentinito, anfíbolito, formação ferrífera, gabro-hazburgito estratiforme. Metassomatitos – cromita-talco-magnesita fels, turmalinito, rodingito, cloritito – obductados na base da superestrutura. Pintas de ouro nos aluviões. Fácies anfíbolito inferior	920-720
<b>Cinturão de dobras e de falhas Porongos</b>	Ofiolitos Capané, Candioteinha. Ofiolito Arroio Grande em septo do cinturão no Batólito Pelotas. Fácies anfíbolito inferior	Serpentinitos, talco xistos	



**Figura 2** - (a) Distribuição da amplitude do sinal analítico no Escudo Sul-Rio-Grandense e nas áreas do entorno. Os limites do escudo são indicados pela linha branca e algumas falhas, pela linha preta (modificado de Hartmann *et al.*, 2016); (b) Distribuição ternária do sinal gama RGB no escudo (K%, eTh e eU) (modificado de Hartmann *et al.*, 2016); (c) Modelo de evolução geotectônica do Terreno São Gabriel (Cerva-Alves *et al.*, 2020); (d) Mapa geológico do ofiolito Bossoroca (Wildner *et al.*, 2013; Gubert *et al.*, 2016); (e) Distribuição ternária do sinal gama RGB na região oeste do escudo (K%, eTh e eU); (f) Distribuição do sinal gamaespectrométrico total na região oeste do escudo.



que compõem, de forma integrada, o Ofiolito Cerro do Ouro, uma infraestrutura hospedeira constituída de granitos e de gnaisses (Complexo Cambaí) e de uma superestrutura vulcanoclástica (Grupo Vacacaí). Os principais conjuntos de crosta oceânica-manto focalizados neste roteiro são os ofiolitos Cerro Mantiqueiras, Ibaré, Cambaizinho e Bossoroca, além do eclogito Três Vendas. São examinadas a infraestrutura (Complexo Cambaí) e a superestrutura (Grupo Vacacaí) do arco oceânico. O ofiolito Capané não é visitado na excursão, apesar de sua importância científica – Cr-espinélio, com composição de peridotito abissal (Werle *et al.*, 2020) e com idade mais jovem (por U-Pb em zircão), de 715 Ma (Arena *et al.*, 2018).

## 2 CONTEXTO GEOTECTÔNICO

No estado do Rio Grande do Sul, o Escudo Sul-Rio-Grandense está posicionado no setor central-sul, contínuo ao Escudo Uruguio, sendo recoberto pela Bacia do Paraná, no norte, no oeste e em parte da porção sul, e pela seção emersa da Bacia de Pelotas, ao longo do litoral (Hartmann *et al.*, 2016). O escudo está contido na Província Mantiqueira e integra o Escudo Brasileiro (Jost & Hartmann, 1984). O Orógeno Brasileiro (950-500 Ma) é dominante no sul do Brasil (Cinturão Dom Feliciano), tendo o Cráton Rio de La Plata (principalmente, 2,35-2,00 Ga e, também, 1,0 Ga) como embasamento (Hartmann *et al.*, 2000, 2007; Silva *et al.*, 2005). No estado de Santa Catarina, não são conhecidos ofiolitos.

Os serpentinitos do Escudo Sul-Rio-Grandense foram caracterizados, na década de 1960, como corpos metassomáticos e posicionados em eugeossinclinal. O posicionamento correto dos ofiolitos no Neoproterozoico foi feito, após datação com U-Pb em zircão, por SIMS (Machado *et al.*, 1990) e por SHRIMP (Leite *et al.*, 1998; Hartmann *et al.*, 2000).

Marcadores estruturais no Ofiolito Cerro do Ouro, no Complexo Cambaí e no Grupo Vacacaí, foram descritos por Remus *et al.* (1999) e por Saalman *et al.* (2006, 2011). Os ofiolitos registram as estruturas S1 e S2, enquanto as estruturas S3 e S4 foram descritas nessas e nas demais rochas do terreno. S1 ocorre como veios de quartzo dobrados, sem raiz, ao passo que S2 é uma xistosidade penetrativa, formada em condições de fácies anfibolito inferior. Esse grau de metamorfismo é dominante nos ofiolitos, mas apenas o ofiolito Cerro Mantiqueiras foi afetado por metamorfismo orogênico, em fácies anfibolito médio (olivina + ortopiroxênio + tremolita + chlorita). As estruturas S1 e S2 são mais antigas do que a infraestrutura (Complexo Cambaí) e do que a superestrutura (Grupo Vacacaí), que mostram zonas de cisalhamento a NE (S3) e zonas de falha rúpteis, associadas a empurrões (S4). S3 é a xistosidade observada nos ofiolitos ou nas superfícies de cisalhamento mais espaçadas, nas rochas mais competentes da infraestrutura do arco de ilhas.

Os ofiolitos evoluíram, a partir de cadeias meso-oceânicas (albitito, turmalinito) há 920 Ma, até a obdução em arcos de ilhas, há 722-715 Ma. A colisão continental iniciou há 680 Ma e incluiu o empurrão do terreno juvenil sobre o cráton (Bologna *et al.*, 2019) há 650 Ma. Os ofiolitos foram integrados ao continente, mas não deixaram registro de sutura, dentro do perímetro do Escudo Sul-Rio-Grandense, tendo sido empurrados, até a posição atual, desde seu local de origem, situado a NW. Após esse processo tectônico, passaram a constituir a porção superior da crosta continental, acima e ao lado do Cráton Rio de La Plata (Figs. 3, 4, 5).

## 3 O OFIOLITO CERRO MANTIQUEIRAS

As “roches serpentineuses, Cerro Mantiqueiras Formation” dos estudos inici-

ais (Goñi, 1962) foram caracterizadas, posteriormente, com múltiplas técnicas (Leite *et al.*, 1998). Análises U-Pb de zircão, por SHRIMP, realizadas na Austrália, identificaram o diorito Passinho, de 890 Ma, atualmente reconhecido como parte do Arco Passinho (Saalman *et al.*, 2006), etapa inicial da construção do Terreno São Gabriel. Os gnaisses Imbicuí (Complexo Cambaí) fazem parte do arco. As principais idades magmáticas do complexo foram estabelecidas em 780 Ma e em 733 Ma, estendendo-se até 700 Ma (Hartmann *et al.*, 2011).

Estudos adicionais do ofiolito, por Hartmann & Chemale Jr. (2003), relataram metamorfismo pervasivo, em condições de fácies anfibolito médio (olivina + ortopiroxênio + cromita + clorita + tremolita), mas não foram identificados remanescentes mineralógicos mantélicos. A idade magmática U-Pb SHRIMP de zircão de albitito (plagiogranito oceânico) é de 923 Ma (Arena *et al.*, 2016), e as bordas dos mesmos cristais revelaram idade metamórfica de 786 Ma. O Cr-espínélio na matriz e como inclusões, em ortopiroxênio e em olivina, tem composição química compatível com a cristalização metamórfica crustal. O ofiolito Cerro Mantiqueiras foi obductado na infraestrutura.

Afloramentos de albitito, contidos em harzburgito, são visitados na excursão. A assembleia mineral de fácies anfibolito médio contém olivina (preta, serpentinizada) + enstatita (cinza), com 1-10 cm de tamanho, e tem ampla distribuição, nos afloramentos. Pequenos blocos de hornblenda (+ clorita) fels, de origem metassomática, com dimensões de 10 a 50 cm, são comuns no harzburgito. O harzburgito é um metaserpentinito.

#### 4 O ECLOGITO TRÊS VENDAS

O eclogito Três Vendas (com anfibolito) ocorre próximo ao ofiolito Cerro Mantiqueiras (5 km), e faz parte dos gnaisses

Imbicuí e Complexo Cambaí. A rocha tem onfacita (análises de microsonda eletrônica) e zircão, datados em 900 Ma, e uma pseudoseção, definindo pressão de 16 kbar, em temperatura de 700 °C (Pinto *et al.*, 2020). O principal afloramento é visitado na excursão.

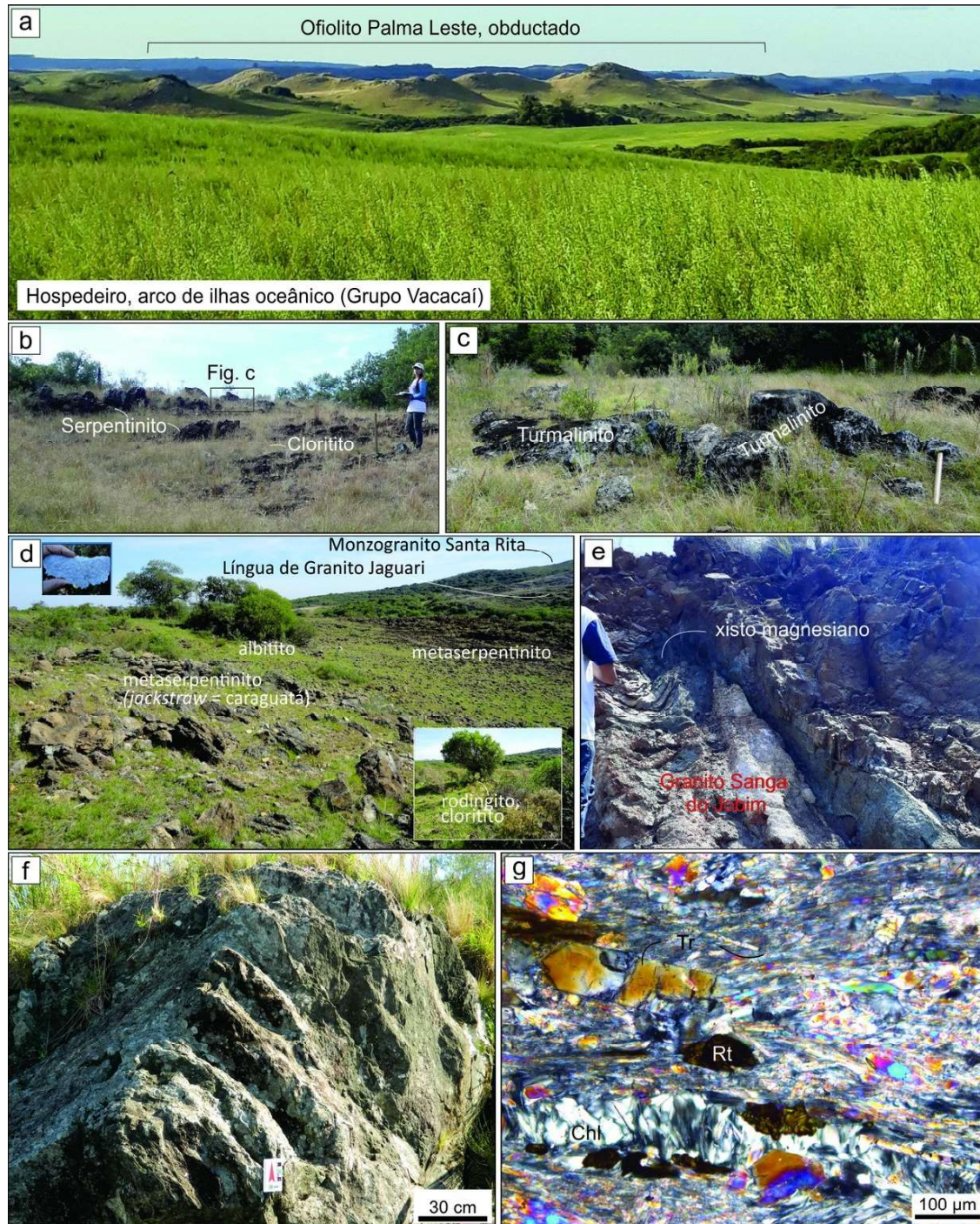
#### 5 O OFIOLITO IBARÉ

O ofiolito Ibaré tem metaserpentinito, em fácies anfibolito inferior (olivina + talco + clorita, com textura caragatá – *jackstraw*), mesclado, tectonicamente, com camadas de andesito, que também constituem as encaixantes (Grupo Vacacaí). O conjunto apresenta os granitos Santa Rita e Jaguarino em contato, com intenso metamorfismo térmico. As rochas metassomáticas são numerosas e variadas – albitito, rodingito, cloritito, turmalinito (Figs. 6, 7). O ofiolito foi obductado na base da superestrutura (Arena *et al.*, 2016, 2017, 2020).

#### 6 O OFIOLITO CAMBAIZINHO

O ofiolito Cambaizinho está localizado na porção noroeste do Terreno São Gabriel. É caracterizado por conter corpos de rochas máficas, ultramáficas e metassedimentos químicos, que se estendem por uma faixa de 11 km, com largura variável entre 500 m e 2 km, com direção NE-SW, mergulhando para NW e para SE. Predominam xistos magnesianos, incluindo talco-clorita xisto, talco-tremolita xisto, olivina-talco xisto, sericita xisto e tremolitito. Ocorrem, ainda, corpos de serpentinitos, associados a anfibolitos e a sedimentos químicos. Ocorrências de formação ferrífera bandada são relatadas por alguns autores (Hartmann & Remus, 2000). A datação U-Pb em rutilos amostrados de clorita-tremolita xisto forneceram uma idade de 788 Ma para o metamorfismo de fundo oceânico (Cerva-Alves *et al.*, 2020).

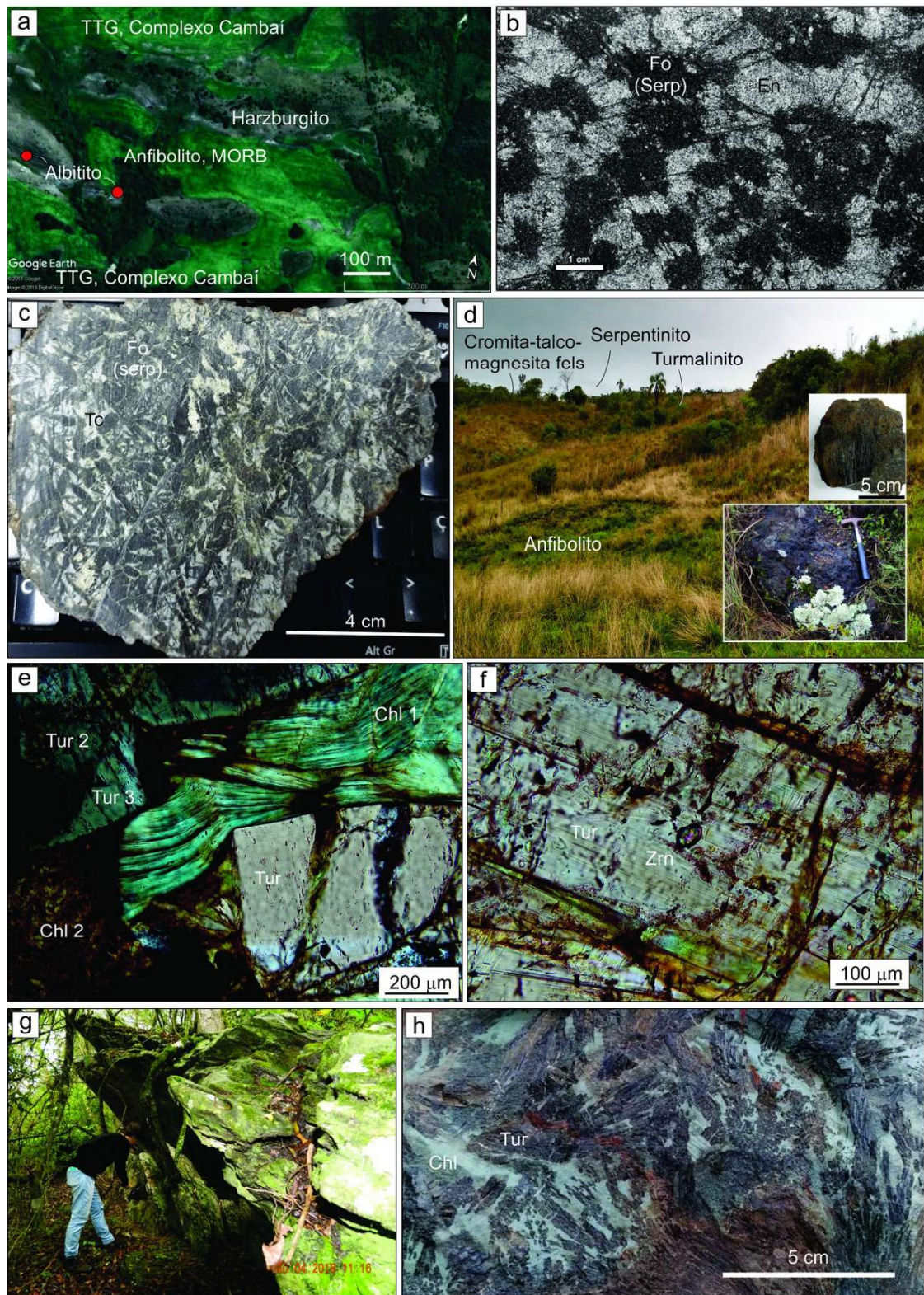
O ofiolito Cambaizinho foi obducta-



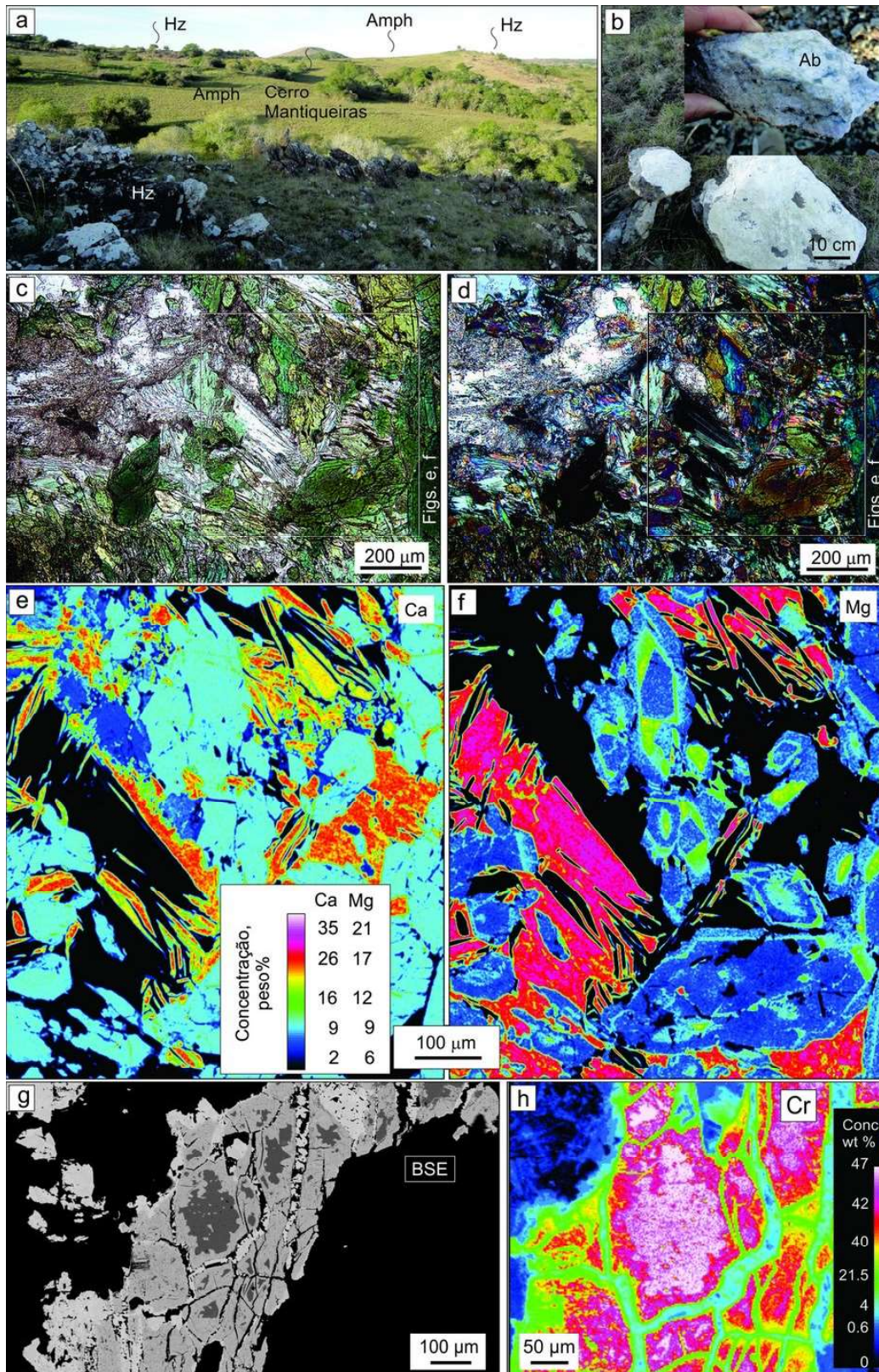
**Figura 3** - (a) Foto para oeste do ofiolito Palma Leste, inserido no arco de ilhas do Grupo Vacacaí; (b) (c) Fotos do ofiolito Ibaré, mostrando rochas ultramáficas e turmalinito; (d) Foto para oeste do ofiolito Ibaré, mostrando metaserpentinito, albitito, rodingito e granitos intrusivos, com inserções de amostras de albitito (acima) e de rodingito na base de arbusto (abaixo); (e) Foto de xisto magnesiano no ofiolito Cambaizinho, obductado sobre o Granito Sanga do Jobim, na região norte do ofiolito; (f) Foto de xisto magnesiano (clorita-tremolita xisto) no ofiolito Cambaizinho, proveniente da amostra 62H da rodovia BR-290, contendo rutilo; (g) Fotomicrografia da amostra 62H, mostrando rutilo acessório, datado em  $788 \pm 2.6$  Ma (U-Pb) (Cerva-Alves *et al.*, 2020). Legenda: Chl = clorita; Rt = rutilo; Tr = tremolita.

do, dentro da infraestrutura do arco juvenil São Gabriel, durante a subdução e o choque entre arco-de-ilha e continente. O conjunto

infraestrutura + ofiolito foi intrudido por granitoides sintectônicos, com idade de cristalização em dois pulsos, de 698 Ma e de 673



**Figura 4** - (a) Imagem de satélite de parte do ofiolito Cerro Mantiqueiras, mostrando tipos de rochas, inclusive albitito; (b) Foto de amostra de mão de harzburgito no ofiolito Cerro Mantiqueiras, com forsterita + enstatita, na fácies anfibolito médio; (c) Foto de mão de metaserpentinito no ofiolito Bossoroca, com forsterita + talco (textura caraguatá = *jackstraw*), na fácies anfibolito inferior; (d) (e) (f) Ofiolito Bossoroca, mostrando distribuição de tipos de rochas, fotomicrografia com turmalina + clorita e zircão, incluso em turmalina; (g) (h) Ofiolito Bossoroca, mostrando afloramento de cromita-talco-magnesita fels e turmalinito com clorita. Legenda: Chl = clorita; En = enstatita; Fo = forsterita; Ser = serpentina; Tur = turmalina; Zrn = zircão.



**Figura 5** - (a) (b) Fotos do ofiolito Cerro Mantiqueiras, mostrando a distribuição dos tipos de rochas e a ocorrência de albitito (Arena *et al.*, 2016); (c) (d) (e) (f) Fotomicrografias e mapas composicionais de Ca e de Mg, em lâmina de anfíbolito no ofiolito Bossoroca (Massuda *et al.*, 2020); (g) Cr-espinélio com núcleo mantélico no ofiolito Capané (imagem de elétrons retroespalhados e de mapa composicional de Cr) (Werle *et al.*, 2020). Legenda: Ab = albitito; Amph = anfíbolito; Cr = cromita; Hz = harzburgito.



O nome “Cambaizinho” está restrito às rochas máficas e ultramáficas do Ofiolito Cambaizinho (Cerva-Alves *et al.*, 2020). A leste do corpo ofiolítico principal, ocorrem *mélanges* ofiolíticas, em meio a ortognaisses e a paragnaisses indiferenciados do Complexo Cambaí. Os ofiolitos e as rochas encaixantes são cortadas por diques de riolitos, associados a atividades magmáticas relacionadas à Bacia do Camaquã, Formação Acampamento Velho e diques de diabásio, mais jovens.

## 7 O OFIOLITO BOSSOROCA

O ofiolito Bossorooca é composto, predominantemente, por serpentinito, por anfibolito, por cromita-talco-magnesita fels e, de maneira subordinada, por formações feríferas e por rochas metassomáticas (cloritito, turmalinito). O ofiolito possui forma alongada a NE, com aproximadamente 20 km de comprimento e com 2 km de largura. A oeste, faz limite com as rochas plutônicas do Complexo Cambaí (infraestrutura) e, a leste, com as rochas metavulcanoclásticas da Formação Campestre do Grupo Vacacaí (superestrutura).

Um corpo de turmalinito maciço, metassomático e de origem oceânica, foi estudado na porção norte do ofiolito (Hartmann *et al.*, 2019). O zircão do turmalinito tem idade de  $920,4 \pm 9,8$  Ma,  $\epsilon_{\text{Hf}} = +12$  e  $\text{U}/\text{Yb} < 0,1$ , típico de zircão cristalizado em crosta oceânica. A turmalina é do tipo dravita, sendo zonada (em Tur 1, Tur 2 e Tur 3). Tur 1 possui  $\delta^{11}\text{B} = +1,8\text{‰}$ ; Tur 2,  $\delta^{11}\text{B} = 0\text{‰}$ ; e Tur 3,  $\delta^{11}\text{B} = -8,5\text{‰}$ . Valores positivos de  $\delta^{11}\text{B}$  para Tur 1 e Tur 2 indicam formação desse mineral em crosta oceânica alterada, enquanto o valor negativo de  $\delta^{11}\text{B}$  em Tur 3 indica alteração, sob influência de fluidos de origem continental (Hartmann *et al.*, 2019).

Outra ocorrência de turmalina, associada a cloritito metassomático, foi identifi-

cada na porção sul do ofiolito. A dravita possui  $\delta^{11}\text{B} = +2,50\text{‰}$  e indica que a formação dessas rochas se deu em ambiente oceânico, com influência de sedimentos marinhos terrígenos (Werle *et al.*, 2020). O ofiolito Bossorooca foi obductado na base da superestrutura.

## 8 ROTEIRO DE CAMPO

### 8.1 Primeiro dia

7h30min - Saída de Porto Alegre.

13h - Chegada ao Ofiolito Cerro Mantiqueiras – harzburgito, anfibolito, albitito, hornblenda fels, com visita ao recém-descoberto eclogito Três Vendas (16 kbar, 900 Ma), o primeiro no sul do Brasil.

Parada 1 ( $30^{\circ}53'47,53''\text{S}$ ,  $53^{\circ}58'4,76''\text{W}$ ). Parte sul do núcleo de harzburgito. Rocha grossa (1-10 mm), fácies anfibolito médio – olivina (serpentina) + enstatita + clinocloro + tremolita + cromita (sem diopsídio e sem picotita). Foram observados, neste afloramento: (1) extensos corpos de anfibolito, com composição MORB (Arena *et al.*, 2016); (2) cromitito maciço (0,5 m); (3) lentes de hornblenda magnésiana fels (metassomáticas) (10-50 cm) no fácies anfibolito; e (4) albitito. Segundo Arena *et al.* (2016), análises isotópicas de U-Pb em zircão definiram idade magmática de  $923 \pm 3,1$  Ma e idade metamórfica de  $786 \pm 13$  Ma para esta formação. Adicionalmente, foram abertas diversas trincheiras no local, para exploração de asbestos. A descrição do ofiolito foi feita por Leite *et al.* (1998) e por Hartmann & Chemale Jr. (2003). Ocorre, ainda, plagiogranito oceânico (trondhjemitito), com idade U-Pb em zircão de 740 Ma (Dias, informação verbal). No entorno do ofiolito, ocorre metatonalito, pertencente ao Complexo Cambaí.

Parada 2 ( $30^{\circ}55'56,37''\text{S}$ ,  $54^{\circ}03'33,84''\text{W}$ ). Estrada de chão, no eclogito Três

Vendas, afloramento localizado a 1 km da estrada, na direção oeste. Neste espaço, afloram rochas pertencentes ao Gnaiss Imbicuí, do Complexo Cambaí. São descritos anfibolito, granada e clinopiroxênio (inclusive, onfácita). Cálculos de pseudoseção fornecem uma condição de metamorfismo, com pico em 16 kbar e em 700 °C. A idade U-Pb em zircão é de 900 Ma (Pinto *et al.*, 2020). Este gnaiss está relacionado à Orogênese Passinho (920-780 Ma), com o domínio de dioritos, hospedeiros do ofiolito Cerro Mantiqueiras.

## 8. 2 Segundo dia

7h30min - Saída de Bagé.

8h30min - Chegada ao Ofiolito Ibaré – serpentinito, albitito, rodingito, cloritito, turmalinito, andesito.

*Parada 3* (30°46'36,50"S, 54°15'10,97"W). Visita à Formação Corticeira – fácies anfibolito inferior. Neste afloramento, são descritos: (1) metaserpentinito (olivina + talco + cromita + tremolita, com textura caraguatá); (2) albitito magmático, com idade U-Pb em zircão de 892,4 ±2,8 Ma (Arena *et al.*, 2016); (3) cloritito metassomático, com idade U-Pb em zircão de 726 ±2 Ma (Arena *et al.*, 2017); e (4) turmalinito metasomático (em 30°46'12,49"S, 54°15'51,62"W), com idade U-Pb em zircão de 726 ±2 Ma (Arena *et al.*, 2017) e turmalina  $\delta^{11}\text{B} = +3,5$  a  $+5,2\text{‰}$  (de crosta oceânica) (Arena *et al.*, 2020). Próximo ao albitito (100 m), há ocorrência de rodingitos, com dimensões entre 5 m e 20 m (no núcleo), e de *blackwall* (na borda), na porção central de arbustos e de pequenas árvores. Metamorfismo de contato, causado pelo Granito Jaguari (584,7 ±1,9 Ma, segundo Arena *et al.*, 2017) ocorre nas encaixantes (ofiolito Ibaré e arco de ilhas do Grupo Vacacaí).

*Parada 4* (30°47'22,26"S, 54°15'31,74"W). Visita à Formação Bela Vis-

ta (Grupo Vacacaí), composta por andesito (rocha meta-vulcanoclástica), com idade U-Pb em zircão de 758 ±4 Ma e com composição de arco de ilhas (Arena *et al.*, 2017). É a rocha hospedeira do ofiolito.

13h - Chegada ao Ofiolito Cambaizinho. Ocorre xisto magnesiano portador de rutilo, na BR-290. Observação do Granito Sanga do Jobim e da Suíte Lagoa da Meia-Lua; também afloramento contendo estauro-lita xisto (idade de zircão e pseudoseção), granada xisto, para-anfibolito, todos em leito de arroio, e serpentinito.

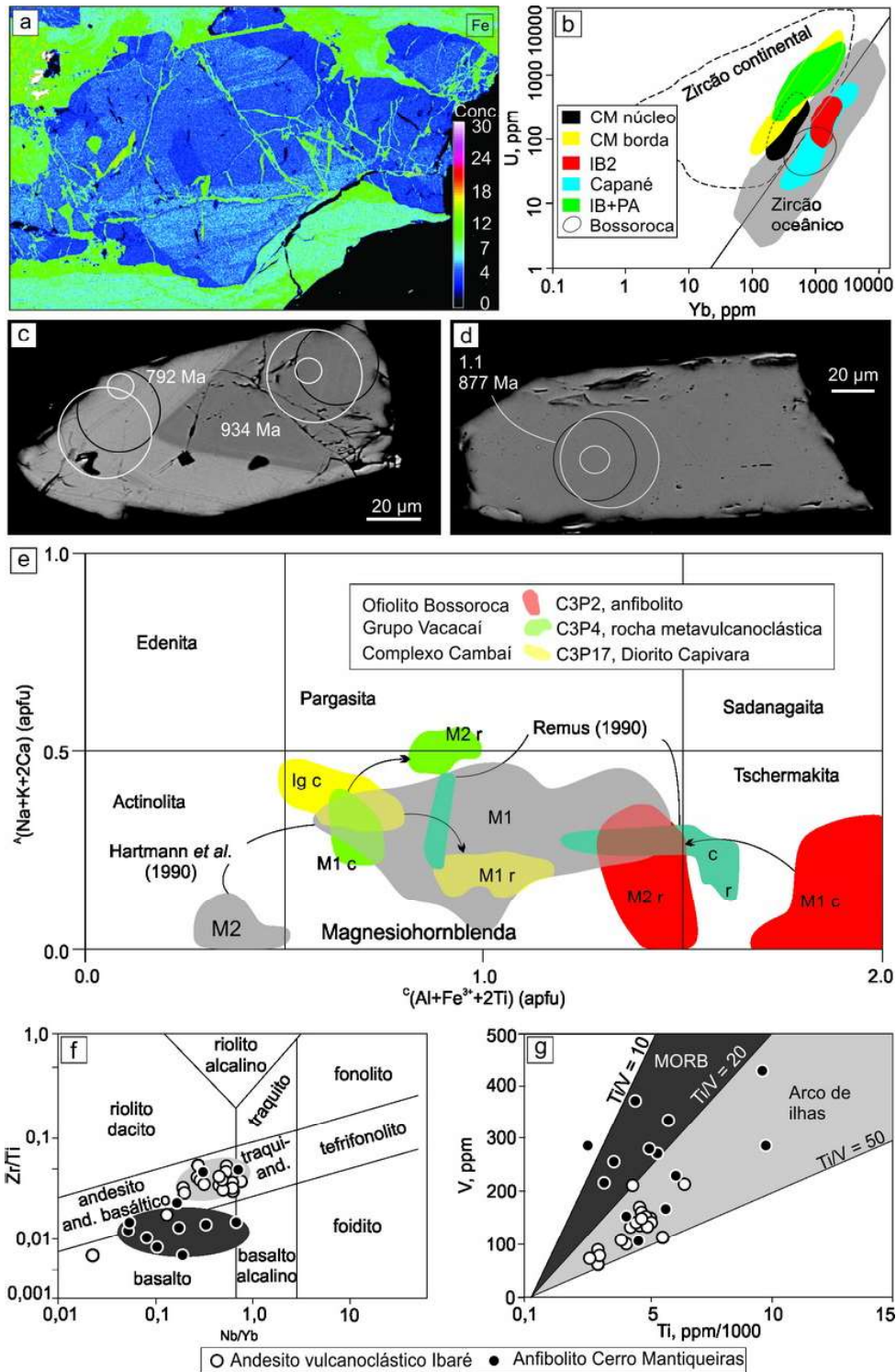
*Parada 5* (30°20'21,08"S, 54°3'9,09"W). Chegada à ponte da BR-290 sobre o Arroio Cambaizinho, em que ocorre a exposição de rochas do Complexo Cambaí, Suíte Vila Nova, com idade U-Pb em zircão de 724,6 ±3,2 Ma (Cerva-Alves *et al.*, 2020), com injeções do Granito Sanga do Jobim (698,9 ±4,2 Ma e 673,9 ±6,8 Ma, segundo Cerva-Alves *et al.*, 2020a). A suíte DTTG, de 725 Ma, é a mais volumosa do Complexo Cambaí e constitui o arcabouço da infraestrutura do arco de ilhas. O Granito Sanga do Jobim é o mais jovem do Complexo Cambaí.

*Parada 6* (30°20'45,33"S, 54°2'15,77"W). Exposição de magnesiohornblenda-clinocloro xisto, portador de rutilo, datado pelo método U-Pb, por LA-ICP-MS, em 787,6 ±2,6 Ma (Cerva-Alves *et al.*, 2020). No afloramento, há bandas dobradas de quartzo S1, sem raiz, contidas em S2 (xistosidade NW dominante), zonas de cisalhamento intensas e zonas de falhas e de empurrões rúpteis, em S4 (Saalman *et al.*, 2006, 2011).

*Parada 7* (30°19'56,99"S, 54°1'25,73"W). Visita à zona de falha rúptil, com presença de serpentinito e de tremolito intensamente silicificado.

*Parada 8* (30°17'42,07"S, 53°59'35,17"W). Visita à porção norte da ponte sobre o Arroio Cambaí. Em ambos os lados, há exposição de rochas, em corte de





**Figura 7** - (a) Mapa composicional de Fe e de cristal de turmalina do turmalinito A, no ofiolito Bossoroca (três zonas têm composições diferentes); (b) Composição de zircão de rochas metassomáticas dos ofiolitos, indicando ambiente oceânico; (c) Cristal de zircão do albitito no ofiolito Cerro Mantiqueiras, com núcleo magmático e com borda metamórfica; (d) Cristal de zircão homogêneo de albitito no ofiolito Ibaré (Arena et al., 2016); (e) Gráfico composicional de anfibólios do ofiolito Bossoroca, da infraestrutura e da superestrutura (Massuda et al., 2020); (f) (g) Diagramas composicionais de anfibólios no ofiolito Cerro Mantiqueiras e de andesitos no ofiolito Ibaré, indicando protólitos de basalto e de andesito, além de um ambiente geotectônico distinto para os dois ofiolitos – MORB e arco de ilhas. Legenda: Ig = evento ígneo; M1 e M2 = eventos metamórficos 1 e 2; c = núcleo; r = borda.

estrada. São verificadas as relações tectônicas entre o xisto ultramáfico sobrejacente (de textura caraguatá) e o Granito Sanga do Jobim subjacente (datados, por U-Pb em zircão, em 698,9 ±4,2 Ma e em 673,9 ±6,8 Ma, de acordo com Cerva-Alves *et al.*, 2020). As relações de campo indicam que o xisto ultramáfico foi empurrado sobre o granito, tendo sido estabelecida uma idade de empurrão de 673 Ma, semelhante à idade da colisão estabelecida para os granitos no Batólito Pelotas.

*Parada 9* (30°18'44,07"S, 54°1'20,15"W). Visita à região da ponte sobre a Sanga do Jobim. À 500 m da sanga, aproximadamente, a partir da ponte, estão expostos afloramentos de estauroлита xisto (pseudoseção 5,4 kbar, 575 °C), datados, por U-Pb em zircão detrítico, em 817-702 Ma, turmalina acessória ( $\delta^{11}\text{B} = +2$ ), granada xisto e para-anfibolito (U-Pb em zircão de 758-650 Ma, por Cerva-Alves *et al.* 2020, 2021).

20h - Pernoite em São Gabriel.

### 8.3 Terceiro dia

7h30min - Saída de São Gabriel.

*Parada 10* (30°20'51,94"S, 53°49'41,38"W). No leito da Sanga do Velocindo, nos fundos do CTG, com extensas exposições do Complexo Cambaí, correspondentes à infraestrutura do arco de ilhas. Estão presentes as estruturas descritas por Saalman *et al.* (2006).

*Parada 11* (30°20'11,91"S, 53°45'2,98"W), Acesso ao Ofiolito Bossoroca (Formação Arroio Lajeado, do Complexo Bossoroca). São descritos, nas porções norte e central: (1) turmalinito maciço (U-Pb em zircão de 920,4 ±9,8 Ma e  $\delta^{11}\text{B}$  em turmalina = +1,8 (oceânica), por Hartmann *et al.*, 2019); (2) talco-magnesita fels (próximo à classificação de listvenito); e (3) talco-olivina fels (metaserpentinó, com textura cara-

guatá, no fácies anfibolito inferior).

*Parada 12* (30°19'28,49"S, 53°44'31,19"W). Visita ao meta-andesito da Formação Campestre, no Grupo Vacacaí (U-Pb em zircão de 833 Ma, segundo Hartmann *et al.*, 2020). Mineralogia, mapas composicionais e geoquímica de rocha são apresentados por Massuda *et al.* (2020), correspondentes à superestrutura do arco de ilhas.

18h - Chegada a Porto Alegre.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPERGS, ao CNPq, à CAPES e à FINEP, pelo apoio. A UFRGS foi um suporte essencial, assim como várias instituições, que deram apoios eventuais. Muitos alunos e colegas contribuíram de maneira significativa para o entendimento dos ofiolitos. O roteiro foi escrito para uso de 30 geólogos, vindos de outros estados, por sugestão de Elson Paiva de Oliveira; no entanto, a excursão prevista para maio de 2020 foi cancelada, devido à pandemia de vírus.

### REFERÊNCIAS

- Arena, K. R., Hartmann, L. A. & Lana, C. 2016. Evolution of Neoproterozoic ophiolites from the southern Brasiliano Orogen revealed by zircon U-Pb-Hf isotopes and geochemistry. *Precambrian Research*, 285: 299-314.
- Arena, K. R., Hartmann, L. A. & Lana, C. 2017. Tonian emplacement of ophiolites in the southern Brasiliano Orogen delimited by U-Pb-Hf isotopes of zircon from metasomatites. *Gondwana Research*, 49: 296-332.
- Arena K. R., Hartmann, L. A. & Lana, C. 2018. U-Pb-Hf isotopes and trace elements of metasomatic zircon delimit the evolution of the Capané ophiolite in the southern Brasiliano Orogen. *International Geology Review*, 60: 911-928.

- Arena, K. R., Hartmann, L. A., Lana, C., Queiroga, G. N. & Castro, M. P. 2020. Geochemistry and  $\delta^{11}\text{B}$  evolution of tourmaline from tourmalinite as a record of oceanic crust in the Tonian Ibaré ophiolite, southern Brasiliano Orogen. *Annals of Brazilian Academy of Sciences*, 92(1): e20180193.
- Babinski, M., Chemale Jr., F., Hartmann, L. A., Van Schmus, W. R. & Silva, L. C. 1996. Juvenile accretion at 750-700 Ma in southern Brazil. *Geology*, 24(5): 439-442.
- Bologna, M. S., Dragone, G. N., Muzio, R., Peel, E., Nuñez-Demarco, P. & Ussami, N. 2019. Electrical structure of the lithosphere from Rio de la Plata Craton to Paraná Basin: Amalgamation of cratonic and refertilized lithospheres in SW Gondwanaland. *Tectonics*, 38: 77-94.
- Cerva-Alves, T., Hartmann, L. A., Queiroga, G. N., Lana, C., Castro, M. P., Maciel, L. C. & Remus, M. V. D. 2021. Accretionary to collisional evolution of metasedimentary rocks in the southern Brasiliano Orogen (Submetido).
- Cerva-Alves, T., Hartmann, L. A., Remus, M. V. D. & Lana, C. 2020. Integrated ophiolite and arc evolution, southern Brasiliano Orogen. *Precambrian Research*, 341: 105648.
- Chemale Jr., F. 2000. Evolução Geológica do Escudo Sul-Rio-Grandense. In: Holz, M., De Ros, L. F. (eds). *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Ed. UFRGS, p. 13-52.
- Fernandes, L. A. D., Menegat, R., Costa, A. F. U., Porcher, C. C., Tommasi, A., Kraemer, G., Ramgrab, G. E. & Camozzato, E. 1995. Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-Rio-Grandense: parte I – Uma contribuição a partir do registro geológico. *Revista Brasileira de Geociências*, 25(4): 351-374.
- Fragoso-Cesar, A. R. S. 1980. O cráton do Rio de la Plata e o cinturão Dom Feliciano no escudo Uruguaio-Sul-Riograndense. In: XXXI Congresso Brasileiro de Geologia. *Anais. . .*, 5: 2879-2892.
- Goñi, J. C. 1962. Origine des roches ultrabasi-ques et serpentineuses du précambrien de Rio Grande do Sul (Brésil). Mode de gisement et minéralisations. *Escola de Geologia UFRGS*, 12: 7-91.
- Gubert, M. L., Philipp, R. P. & Basei, M. A. 2016. The Bossoroca Complex, São Gabriel Terrane, Dom Feliciano Belt, southernmost Brazil: U-Pb geochronology and tectonic implications for the neoproterozoic São Gabriel Arc. *Journal of South American Earth Sciences*, 70: 1-17.
- Hartmann, L. A. & Chemale Jr., F. 2003. Mid-amphibolite facies metamorphism of harzburgites in the Neoproterozoic Cerro Manti-queiras Ophiolite, southernmost Brazil. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 75: 109-128.
- Hartmann, L. A., Chemale Jr., F. & Philipp, R. P. 2007. Evolução Geotectônica do Rio Grande do Sul no Pré-Cambriano. In: Ianuzzi, R., Frantz, J. C. (eds. ). *50 anos de Geologia no Rio Grande do Sul: Instituto de Geociências. Contribuições*. 1ª ed. Porto Alegre, Editora Comunicação e Identidade, CIGO, IG-UFRGS, v. 1, p. 97-123.
- Hartmann, L. A., Leite, J. A. D., Silva, L. C., Remus, M. V. D., McNaughton, N. J., Groves, D. I., Fletcher, I. R., Santos, J. O. S. & Vasconcellos, M. A. Z. 2000. Advances in SHRIMP geochronology and their impact on understanding the tectonic and metallogenic evolution of southern Brazil. *Australian Journal of Earth Sciences*, 47(5): 829-844.
- Hartmann, L. A., Lopes, W. R. & Savian, J. F. 2016. Integrated evaluation of the geology, aerogammaspectrometry and aeromagnetometry of the Sul-Riograndense Shield, southernmost Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88: 75-92.
- Hartmann, L. A., Philipp, R. P., Santos, J. O. S. & McNaughton, N. J. 2011. Time frame of 753-680 Ma juvenile accretion during the São Gabriel orogeny, southern Brazilian Shield. *Chemical Geology*, 19: 84-99.
- Hartmann, L. A. & Remus, M. V. D. 2000. Ori-

- gem e Evolução das Rochas Ultramáficas do Rio Grande do Sul desde o Arqueano até o Cambriano. In: Holz, M. & De Ros, L. F. (eds.). *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Ed. UFRGS, p. 53-78.
- Hartmann, L. A., Werle, M., Michelin, C. R. L., Lana, C., Queiroga, G. N., Castro, M. P. & Arena, K. R. 2019. Proto-Adamastor ocean crust (920 Ma) described in Brasiliano Orogen from coetaneous zircon and tourmaline. *Geoscience Frontiers*, 10: 1623-1633.
- Hueck, M., Siegesmund, S., Oyhantçabal, P., Philipp, R. P. & Basei, M. A. S. 2018. The Dom Feliciano Belt in Southern Brazil and Uruguay. In: Siegesmund, S. et al. (eds.). *Geology of Southwest Gondwana, Regional Geology Reviews*. [s. l. ], Springer International Publishing AG, p. 267-302.
- Jost, H. & Hartmann, L. A. 1984. Província Mantiqueira - Setor Meridional. In: Almeida & Hasui (eds.). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgard Blucher, p. 345-368.
- Leite, J. D., Hartmann, L. A., McNaughton, N. J. & Chemale Jr, F. 1998. SHRIMP U/Pb zircon geochronology of Neoproterozoic juvenile and crustal-reworked terranes in southernmost Brazil. *International Geology Review*, 40: 688-705.
- Machado, N., Koppe, J. C. & Hartmann, L. A. 1990. A Late Proterozoic U-Pb age for the Bossoroca Belt, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 3: 87-90.
- Massuda, A. J., Hartmann, L. A., Queiroga, G. N., Leandro, C. G., Savian, J. F. & Castro, M. P. 2020. Mineralogical evolution of metasomatic and associated rocks in northern Bossoroca ophiolite, São Gabriel terrane. *Brazilian Journal of Geology*, 50(4): e20190120.
- Philipp, R. P., Pimentel, M. M. & Chemale Jr, F. 2016. Tectonic evolution of the Dom Feliciano Belt in Southern Brazil: Geological relationships and U-Pb geochronology. *Brazilian Journal of Geology*, 46 (suppl. 1): 83-104.
- Pinto, V. M., Hartmann, L. A., Debruyne, D., Queiroga, G. N., Castro, M. P., Lana, C., Frago, B., Porcher, C. C., Laux, J. H. 2020. Discovery and evolution of the Tonian Três Vendas eclogite from the São Gabriel terrane, Brazil. *Precambrian Research* (submetido).
- Ramos, R. C., Koester, E., Vieira, D. T., 2020. Sm-Nd systematics of metaultramafic-mafic rocks from the Arroio Grande Ophiolite (Brazil): Insights on the evolution of the South Adamastor paleo-ocean. *Geoscience Frontiers*, 11(6): 2287-2296.
- Remus, M. V. D., McNaughton, N. J., Hartmann, L. A., Koppe, J. C., Fletcher, I. R., Groves, D. I. & Pinto, V. M., 1999. Gold in the Neoproterozoic juvenile Bossoroca Volcanic Arc of southernmost Brazil: isotopic constraints on timing and sources. *Journal of South American Earth Sciences*, 12: 349-366.
- Ribeiro, M. & Fantinel, L. M. 1978. Associações petrotectônicas do EscudoSul-Rio-Grandense: I Tabulação e distribuição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Geológica*, 5: 19-54.
- Saalmann, K., Gerdes, A., Lahaye, Y., Hartmann, L. A., Remus, M. V. D. & Läufer, A. 2011. Multiple accretion at the eastern margin of the Río de la Plata Craton: the prolonged Brazilian orogeny in southernmost Brazil. *International Journal of Earth Sciences*, 100: 355-378.
- Saalmann, K., Remus, M. V. D. & Hartmann, L. A. 2006. Tectonic evolution of the Neoproterozoic São Gabriel block, southern Brazil: Constraints on Brasiliano orogenic evolution of the Rio de La Plata cratonic margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 21: 204-227.
- Santos, J. O. S., Chernicoff, C. J., Zappettini, E. O., McNaughton, N. J. & Hartmann, L. A. 2018. Large geographic and temporal extensions of the Río de La Plata Craton, South America, and its metacratonic eastern mar-

gin. *International Geology Review*, 61: 56-85.

Szubert, E. C. 1978. Uma associação ofiolítica completa, Palma, São Gabriel, RS. Geologia e questões estratigráficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife. *Anais. . . Recife, SBG*, v. I, 467-476.

Werle, M., Hartmann, L. A., Queiroga, G. N., Lana, C, Pertille, J., Michelin, C. R. L., Remus, M. V. D., Roberts, M., Leandro, C. G. & Savian, J. F. 2020. Oceanic crust and mantellic evidence on the evolution of tonian-cryogenian ophiolites, southern Brasiliano Orogen. *Pre-cambrian Research*, 351: 105979.

Wildner, W. 2013. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul*. CPRM, escala 1:100.000.