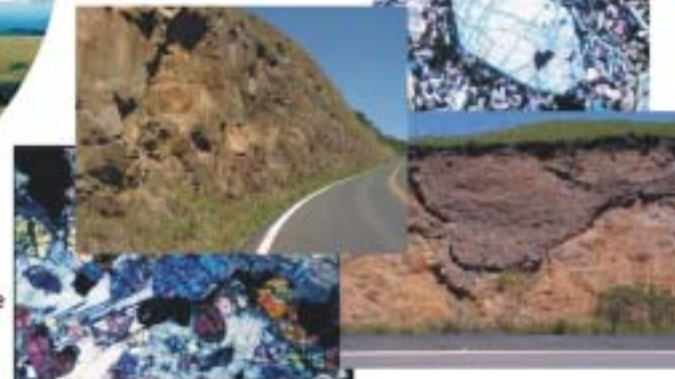
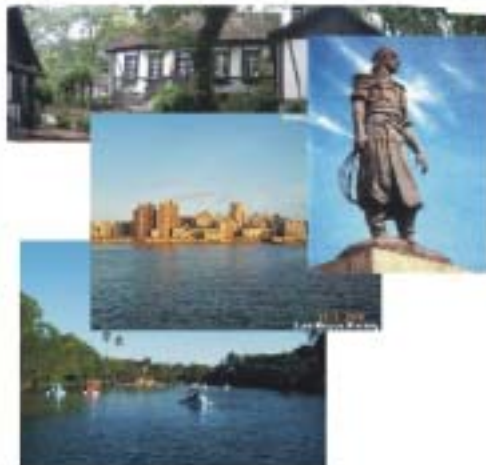


MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Secretaria de Minas e Metalurgia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Serviço Geológico do Brasil



EXCURSAO VIRTUAL AOS APARADOS DA SERRA - RS/SC
Aspectos geológicos e turísticos
Cânions do Itaimbezinho e Fortaleza



Superintendência Regional de Porto Alegre
Outubro de 2004

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Dilma Vana Rousseff

Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

Giles Carriconde Azevedo

Secretário

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

Serviço Geológico do Brasil

Agamenon Sérgio Lucas Dantas

Diretor-Presidente

José Ribeiro Mendes

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento - DRI

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Álvaro Rogério Alencar Silva

Diretor de Administração e Finanças - DAF

Cássio Roberto da Silva

Chefe do Departamento de Gestão Territorial - DEGET

Irineu Capeletti

Superintendente Regional de Porto Alegre - SUREG/PA

Andréa de Oliveira Germano

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial - GEHITE/PA

José Leonardo Silva Andriotti

Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento - GERIDE/PA

Norberto Lessa Dias

Gerente de Geologia e Recursos Minerais - GEREMI/PA

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Serviço Geológico do Brasil

EXCURSÃO VIRTUAL AOS APARADOS DA SERRA - RS/SC

Aspectos geológicos e turísticos - Cânions do Itaimbezinho e Fortaleza



Geól. [Wilson Wildner](#)
Geól. [Vitório Orlandi Filho](#)
Geól. [Luís Edmundo Giffoni](#)

Superintendência Regional de Porto Alegre
Outubro de 2004

WebDesigner:
Geól. [Nelson Custódio da Silveira Filho](#)
Divisão de Geologia Básica - Salvador, BA

Capa:

Montagem de fotos, onde:

Na coluna à esquerda da capa, de cima para baixo: torre de informações turísticas de Nova Petrópolis; Pedra do Segredo (Cânion Fortaleza); pórtico de entrada do Parque Cascata do Caracol; Catedral de Canela; cascata congelada em Cambará do Sul; Parque do Imigrante em Nova Petrópolis; Monumento ao Laçador (Porto Alegre); Lago Guaíba (Porto Alegre) e Parque Farroupilha (Porto Alegre);

Na coluna à direita da capa, de cima para baixo: pórtico de entrada de Gramado; rio Malacara (Praia Grande/SC); Serra Pedras Brancas (Praia Grande/SC); Barragem do Salto (São Francisco de Paula); fotomicrografia de um gabro da Fácies Lomba Grande; afloramento de derrames basálticos na rodovia RS-486 (Serra do Pinto); paleocanal em afloramento na rodovia RS-230; fotomicrografia de olivina-gabro da Fácies Lomba Grande;

Ao centro, reprodução do mini-disco com as imagens (no sentido horário, a partir do topo) da Cascata do Caracol, corredeiras no rio Malacara; cânion Fortaleza, Cachoeira dos Venâncios (Cambará do Sul); cânion Malacara e no topo, cânion do Itaimbezinho.

Nota:

Este trabalho constitui a documentação básica elaborada para a apresentação da excursão virtual à região dos Aparados da Serra, visando sua divulgação através da Home Page da CPRM na INTERNET, em linguagem *html*, com os recursos de apresentação e navegação próprios desta linguagem. Por esta razão, apresenta *links* internos entre as diversas seções que o compõem e, ainda, *links* externos para comunicação na rede com os sites referenciados. Estes *links* estão grafados em azul, sublinhados por traço da mesma cor, e foram conservados na versão impressa apenas como informação relativa ao recurso. Na versão Adobe, também disponível, os *links* externos e grande parte dos *links* internos de movimentação são ativos. Além disso, acham-se ainda grafados em vermelho os verbetes cuja definição acha-se disponível no Glossário. Além da divulgação na INTERNET, foi preparada ainda uma versão executável distribuída em mini-disco.

Ficha Catalográfica

W674 Wildner, W.

Excursão Virtual aos Aparados da Serra - RS/Sc : aspectos geológicos e turísticos - Cânions do Itaimbezinho e Fortaleza / Wilson Wildner; Vitório Orlandi Filho; Luís Edmundo Giffoni. - Porto Alegre : CPRM , 2004.

88 p. : il

CDU 55(816.5)

1. Geologia - Rio Grande do SI
2. Turismo - Rio Grande do Sul
- I. Orlandi Filho, V.
- II. Giffoni, Luís E.
- III. Título

EXCURSÃO VIRTUAL AOS APARADOS DA SERRA - RS/SC

Aspectos geológicos e turísticos - Cânions do Itaimbezinho e Fortaleza



Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução | 1 |
| Aparados da Serra | 3 |
| Roteiro da Excursão | 9 |
| Ponto 0 - Porto Alegre | 11 |
| Ponto 01- Intrusão de gabros picríticos - Fácies Lomba Grande | 13 |
| Ponto 02 - Primeiro derrame de basaltos da borda sul da bacia - Fácies Gramado | 15 |
| Ponto 03 - Autobrechas e bandamento de fluxo em lavas ácidas - Fácies Palmas | 16 |
| Ponto 04 - Nova Petrópolis | 18 |
| Ponto 05 - Gramado | 20 |
| Ponto 06 - Derrame maciço - Fácies Palmas | 22 |
| Ponto 07 - Cascata do Caracol | 23 |
| Ponto 08 - Canela | 24 |
| Ponto 09 - São Francisco de Paula | 26 |
| Ponto 10 - Derrames vitrofíricos - Fácies Várzea do Cedro | 27 |
| Ponto 11 - Descontinuidade temporal e paleo-relevo | 28 |
| Ponto 12 - Derrame maciço - Fácies Palmas | 30 |
| Ponto 13 - Cambará do Sul | 31 |
| Ponto 14 - Cânion Fortaleza | 33 |
| Ponto 15 - Cânion Itaimbezinho | 36 |
| Ponto 16 - Cânion Malacara/Serra do Faxinal | 39 |
| Ponto 17 - Praia Grande/SC | 41 |
| Ponto 18 - Torres | 42 |
| Ponto 19 - Fácies Gramado - primeiro derrame na face leste da bacia | 44 |
| Ponto 20 - Serra do Pinto/Rota do Sol | 45 |
| Cidades Turísticas do Roteiro | 47 |
| Rota Romântica | 48 |
| Rota Campos de Cima da Serra | 49 |
| Rota Uva e Vinho | 50 |

Sumário (continuação)

| | |
|---|----|
| Geologia da Borda Sudeste da Bacia do Paraná | 51 |
| 1. Posicionamento da área | 51 |
| 2. Geologia do intervalo Juro-cretácico da Bacia do Paraná | 52 |
| 2.1 Substrato da Bacia - Domínio Dom Feliciano | 53 |
| 2.2 Formação Botucatu | 54 |
| 2.3 Formação Serra Geral | 55 |
| 2.3.1 Fácies Lomba Grande | 56 |
| 2.3.2 Fácies Gramado | 57 |
| 2.3.3 Fácies Palmas | 58 |
| 2.3.4 Fácies Várzea do Cedro | 59 |
| 2.3.5 Sedimentação Serra Geral | 60 |
| 3. Rochas Sedimentares Gondwânicas Indiferenciadas | 61 |
| 4. Sedimentos Tércio-Quaternários - Planície Costeira | 62 |
| Vulcanismo e Vulcões - Generalidades | 63 |
| 1. Introdução | 63 |
| 2. Posicionamento tectônico dos vulcões | 64 |
| 2.1 Vulcanismo Associado a Margem de Placas Destrutivas | 65 |
| 2.1.1 Vulcanismo Associado ao Choque de Placa Oceânica vs Placa Continental | 65 |
| 2.1.2 Vulcanismo Associado ao Choque de Placa Oceânica vs Placa Oceânica | 66 |
| 2.1.3 Choque de Placa Continental vs Placa Continental | 67 |
| 2.2 Vulcanismo Associado a Placas Construtivas | 68 |
| 2.3 Vulcanismo Associado a Intraplaca Continental | 69 |
| 2.3.1 Zonas de <i>Rifts</i> Continentais | 69 |
| 2.3.2 Províncias de Extrusões Continentais do Tipo Platô | 70 |
| 2.4 Vulcanismo Associado a Intraplaca Oceânica | 71 |
| 3. Produtos da Atividade Vulcânica | 72 |
| 4. Localização Geográfica dos Vulcões | 72 |
| 5. Vulcões no Mundo | 73 |
| 6. Vulcanismo no Brasil | 74 |
| História Geológica | 75 |
| Potencial Mineral | 79 |
| Glossário | 81 |
| Referências | 85 |

INTRODUÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil tem entre suas prioridades a disseminação de informações geológicas de interesse à sociedade em geral e, em particular, à comunidade científica especializada. É dentro desse escopo que têm sido elaboradas “excursões virtuais” visando mostrar, ao longo de um determinado roteiro, as peculiaridades geológicas que o tornam especialmente interessante, quer do ponto de vista técnico-científico, como também sob o aspecto turístico quando este se torna relevante ante a significância dos parâmetros geológicos envolvidos.

É assim pois que apresentamos a Excursão Virtual aos Aparados da Serra, região situada ao nordeste do estado do Rio Grande do Sul, na divisa com Santa Catarina, cuja paisagem destaca-se pela presença de um formidável conjunto de cânions escavados no planalto vulcânico da Serra Geral e voltados para a planície litorânea quase mil metros abaixo.

Do ponto de vista geológico, a região testemunha as cataclísmicas conseqüências da migração continental que separou a América do Sul da África, através da abertura do Oceano Atlântico, passando pelo desenvolvimento de um ambiente desértico sucedido pelo maior derrame vulcânico continental do planeta. Esta área hoje apresenta um meio ambiente e uma infra-estrutura qualificada que a transformaram num pólo turístico de grande expressão no sul do Brasil.

O roteiro parte de Porto Alegre e percorre as cidades de Nova Petrópolis, Gramado, Canela e São Francisco de Paula, passando da desenvolvida Região das Hortências para a bucólica Região dos Campos de Cima da Serra, em Cambará do Sul, onde os pontos de maior interesse são os inúmeros cânions, com destaque para o Itaimbezinho e o Fortaleza. Na planície litorânea abaixo acha-se a cidade de Praia Grande-SC, ponto de partida para um turismo ecológico e de aventura em franco desenvolvimento, e chega-se a Torres, cartão postal das praias gaúchas.

São detalhados 21 pontos no roteiro (incluindo as cidades turísticas) e apresenta-se uma descrição geral das unidades que compõem o conjunto litológico da região; destaca-se a evolução das formas de relevo ao longo dos tempos geológicos e apresenta-se um panorama genérico do fenômeno de vulcanismo; aborda-se ligeiramente o potencial mineral da região e, para melhor apoiar o entendimento do público não especializado, disponibiliza-se um glossário em linguagem acessível dos principais termos técnicos empregados. No decorrer do trabalho apresenta-se um grande número de *links* que disponibilizarão informações mais detalhadas ou específicas, permitindo o aprofundamento das informações sobre o assunto desejado.

[◀ Sumário](#)

[Seguir ▶](#)

APARADOS DA SERRA

A região conhecida como “Aparados da Serra” situa-se no sul do Brasil, na fronteira entre o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e cuja denominação deriva da notável feição geomorfológica formada pelo corte abrupto do planalto dos Campos de Cima da Serra através de paredões verticalizados de **rochas vulcânicas**, que por uma extensão de quase 250 km mostram uma formidável sucessão de **cânions** de até 900 metros de altura, próximos à planície do litoral atlântico.



Cânion do Itaimbezinho - foto João Paulo Lucena - www.acaserge.org.br/fotos/album04.

Clique
para
ver
imagem
de satélite
da região

Esta região constitui um endereço turístico dos mais procurados do sul do País e abriga um precioso ecossistema cuja preservação levou à criação de dois **Parques Nacionais**, o primeiro criado em 1959 - Parque Nacional de Aparados da Serra - e o segundo, criado em 1992 - Parque Nacional da Serra Geral (vide mapa a seguir), ambos administrados pelo IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Nestas Unidades de Conservação do IBAMA destacam-se os objetivos de preservação da flora e fauna, paisagens naturais e demais recursos bióticos e abióticos associados.

A cobertura vegetal predominante é caracterizada pela transição dos Campos de Cima da Serra, em planalto ondulado com suaves coxilhas e vales rasos, para a Floresta Pluvial Atlântica. Ocorre ainda de modo característico na região a Floresta com Araucária, cujos pinheiros simbolizam notavelmente todo o planalto da Bacia do Paraná. A fauna reúne espécies raras, entre as quais mamíferos de grande porte como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), a suçuarana (*Felis concolor*) e o veado-campeiro (*Ozotocerus bezoarticus*), além de aves ameaçadas de extinção como o gavião-pato (*Spizetus tyrannus*) e a águia-cinzenta (*Harpohaliaetus coronatus*) (www2.ibama.gov.br/unidades/parques/parnas.htm)



Cânion Fortaleza - foto André Nery em www.aparadosdaserra.com.



Cânion Malacara - foto Gilberto Ronsoni / Foto Gil



Localização da área do Roteiro

O Parque Nacional da Serra Geral possui uma área de cerca de 17.300 ha e abriga, entre outros, o espetacular [Cânion Fortaleza](#),

Outros cânions destacados desta região são o [Malacara](#) e Churriado, além de menores como Faxinalzinho, Josafaz, Índios Coroados, Molha Coco, Leão, Pés de Galinha, das Bonecas e Macuco, que se encaixam nesta paisagem constituída por 63 gigantescas escarpas.



Cânion Churriado - foto de André Nery em www.aparadosdaserra.com

O clima é temperado, com média anual em torno de 18° a 20° C, com mínimas atingindo a -10° C nos períodos de maior frio - meses de junho e julho.

O Parque Nacional de Aparados da Serra possui uma área de 10.250 ha e abriga o [Cânion do Itaimbezinho](#), o mais visitado desta região, com cerca de 5,8 km de extensão e paredões extremamente verticalizados, com até 720 metros de profundidade, através dos quais se lança o Arroio Perdizes em uma cascata de cerca de 200 metros. Este parque conta com infraestrutura disponibilizada pelo IBAMA, incluindo cerca de 8,5 km de trilhas demarcadas e acessíveis com guias credenciados e em seus limites acha-se ainda o Cânion do Faxinalzinho..

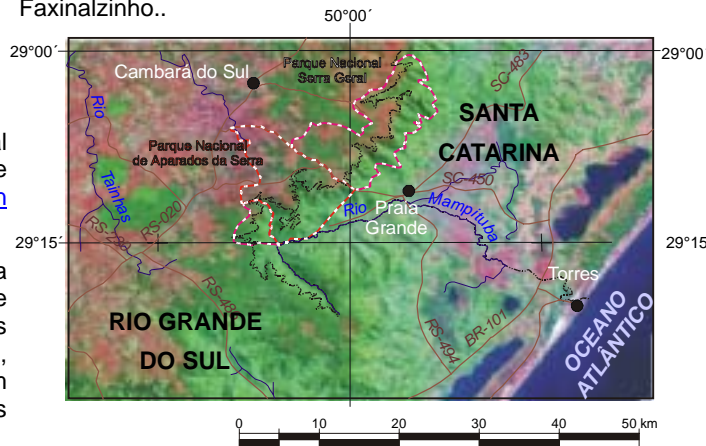
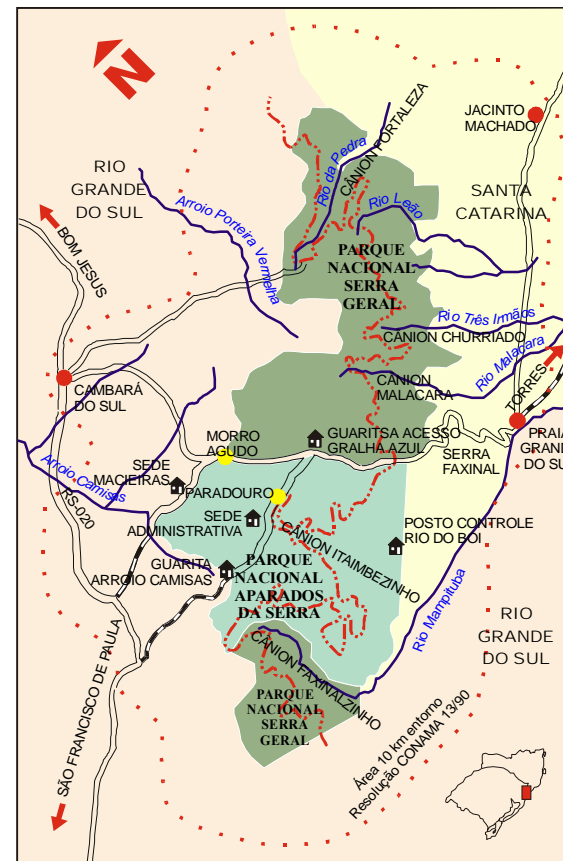


Imagem satélite LANDSAT 7 - composição colorida - 1999, mostrando os Parques Nacionais e a fronteira RS/SC.



Parque Nacional Aparados da Serra e Parque Nacional Serra Geral - Fonte: IBAMA

Esta paisagem de grandes cânions e espigões em direção ao litoral estendem-se ainda ao norte da área da excursão, com admiráveis paisagens, como no [Monte Negro](#), no município de São José dos Ausentes, que com seus 1.403 metros de altitude constitui o ponto mais elevado do Rio Grande do Sul, prosseguindo até Urubici, em Santa Catarina, onde a [Pedra Furada](#) é um deslumbrante espetáculo paisagístico. Também em Santa Catarina, entre Orleães e Bom Jardim da Serra, encontra-se a Serra do Rio do Rastro, cuja seqüência geológica constitui a clássica Coluna White, onde este renomado geólogo americano estabeleceu a estratigrafia dos sedimentos gondwânicos em 1906 (visite excursão virtual em www.cprm.gov.br/coluna/index.html).



Itaimbezinho - Cascata Veu da Noiva

O controle morfológico do terreno dos Aparados da Serra é dado por um sistema de **lineamentos** tectônicos que seccionam a região, possibilitando o profundo entalhamento do sistema de drenagens desenvolvendo vales em “V” bem fechados e a formação das escarpas. Um dos agentes exógenos mais importantes para o desenvolvimento destes paredões rochosos e o conseqüente recuo da escarpa, é o sistema de drenagem associado a linhas de fraqueza de origem estrutural existentes, caracterizando o escarpamento abrupto com vertentes de facetas triangulares que lhe dá o nome.

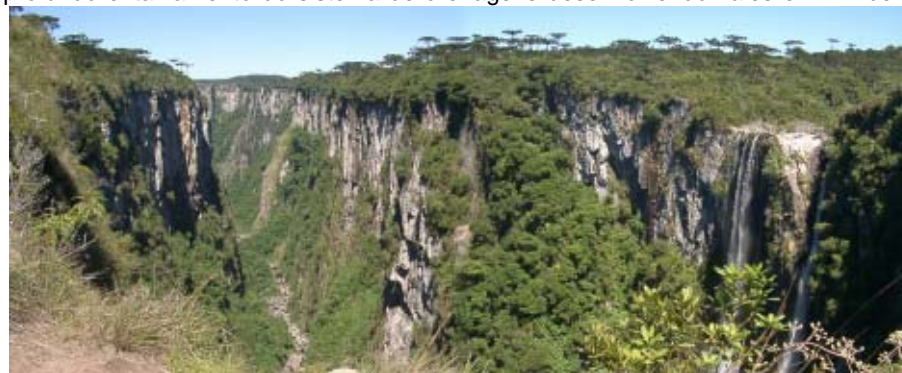
De modo geral o sistema de drenagem e o conseqüente desenvolvimento do entalhamento dos cânions desenvolvem-se segundo três direções fundamentais, as quais estão associadas a sistemas de **falhamentos** e fraturamentos conectados a grandes processos de rompimento da crosta:

a) a primeira direção com características regionais de grande porte segue um padrão geral $N30^{\circ}-50^{\circ}W$, acompanhando a direção dos arcos de Rio Grande, São Gabriel e Ponta Grossa, direção esta em que estão posicionados os rios Tainhas, Camisas e o alinhamento principal da abertura do Cânion do Itaimbezinho;

b) a segunda direção acompanha grosseiramente a linha de costa, posicionada entre $N10^{\circ}-30^{\circ}N$, e que provoca profundos entalhamentos que delimitam o planalto com as escarpas do Planalto dos Campos Gerais,

c)- um terceiro padrão estrutural de direção $N60^{\circ}-70^{\circ}E$ responsável pelo entalhamento do Cânion Fortaleza e pelos recortes do Itaimbezinho.

Os *Patamares da Serra Geral* correspondem ao prolongamento da região de escarpamento remanescentes do recuo da escarpa, formando esporões interfluviais de formas alongadas e irregulares que avançam sobre as regiões geomorfologicamente mais baixas, especialmente a planície costeira. Alguns destes prolongamentos encontram-se isolados da região dos aparados, formando morros testemunhos residuais como os da região de Torres, Morro do Farol e Pedra da Guarita.



Itaimbezinho: Cascata Veu da Noiva e arroio Perdizes vistos a partir da Trilha do Cotovelo



Cânion Índios Coroados - foto em www.pedraafiada.com.br



Litologicamente, as formas de relevo da região dos Aparados foram esculpidas especialmente em rochas efusivas **ácidas** do **Fácies Palmas**, que nesta posição ocupam o topo da seqüência de **derrames**. A maior resistência ao intemperismo e a degradação física destas litologias, reforçam o processo de regressão da escarpa por queda de blocos. Em outras áreas, onde os processos de dissecação do relevo se desenvolvem em rochas efusivas **básicas**, predominantemente **basaltos** e basalto andesitos, geralmente resultam em formas de relevo mais dissecadas, processando-se através de um escarpamento mais rebaixado e festonado, desenvolvendo um contato gradacional onde o limite inferior dos basaltos com os sedimentos da bacia dá-se através de uma ruptura de declive.

Ao lado: ilustração dos principais cânions da região. Montagem 3D a partir de imagem de radar do Projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) – 2000.



Canion do Monte Negro, ponto mais elevado do Rio Grande do Sul, com 1.403 metros, no município de São José dos Ausentes, ao norte da área abrangida pelo roteiro (foto de André Nery, em www.aparadosdaserra.com)

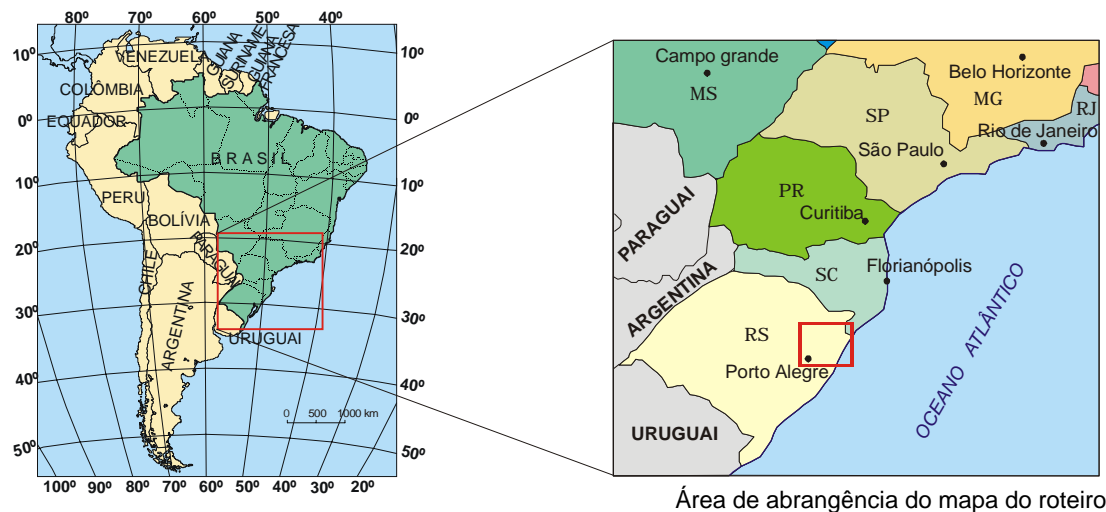


Imagem do satélite LANDSAT 7, ano 1999, com a localização dos principais cânions



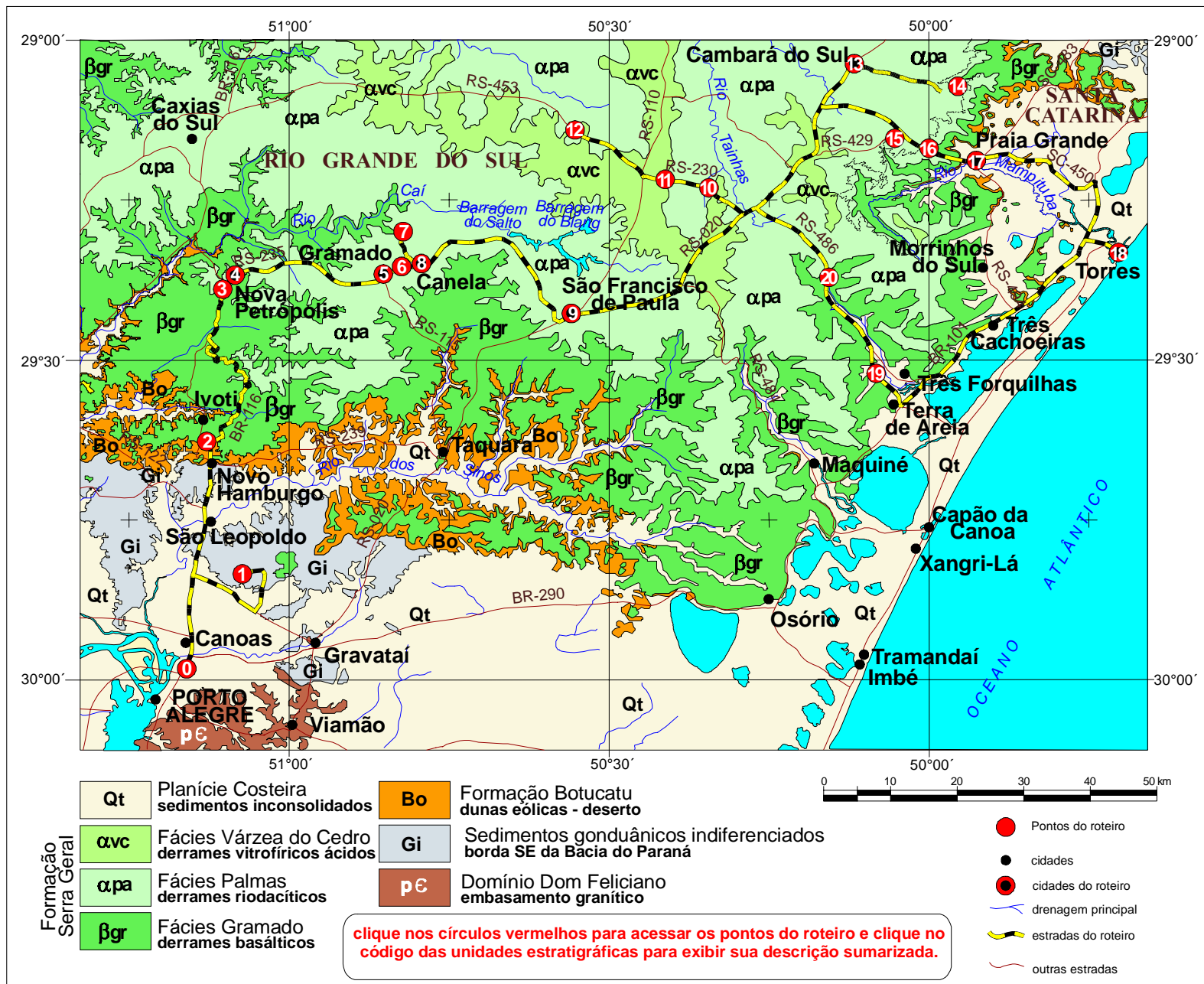
Pedra Furada, no município de Urubici (SC) - foto de Leandro Wiczorek Pereira em www.digitaltrips.hpg.ig.com.br/pedrafurada.htm

ROTEIRO DA EXCURSÃO



Este roteiro descreve um perfil geológico ao longo do trajeto entre a cidade de Porto Alegre e a região de Aparados da Serra, tendo como principal finalidade apresentar o contexto geológico em que se insere esta região. É enfatizado o conjunto litológico representado pelas rochas sedimentares que se intercalam com os primeiros derrames vulcânicos relacionados a um regime desértico presente nesta área durante o período **Jurássico** (203 a 135 milhões de anos), e denominado como Formação Botucatu. Recobrendo estas rochas sedimentares segue-se então uma seqüência de derrames de **lavas** e intrusões máficas e félsicas acumuladas durante o **Cretáceo** (135 a 126 m.a.) definidas como Formação Serra Geral, e que estão relacionadas ao evento de ruptura e abertura do oceano Atlântico. A espessura da subsequência de **arenitos** relacionados ao deserto (Formação Botucatu) e as lavas (Formação Serra Geral) é da ordem de 1.750 metros no depocentro da bacia, correspondendo a um intervalo de tempo de cerca de 22 milhões de anos.

O processo evolutivo no tempo geológico, uma descrição detalhada das unidades e o empilhamento estratigráfico seguido da superposição de camadas ao longo do tempo são abordados ao longo do perfil que consta no mapa a seguir. A formação dos **cânions** e sua evolução até os dias atuais e o modelado do relevo estão descritos em item à parte, abordando a evolução das formas de relevo e evolução geomorfológica da região.



[← mapa de situação](#)

[volta ao sumário](#)

[ponto 1 ►](#)

Ponto 0 - PORTO ALEGRE



Porto Alegre - foto de Luís Roque Klering em www.guiapoa.com.br

Nosso roteiro inicia-se na capital do Estado do Rio Grande do Sul, situada à margem leste do Lago Guaíba, contando com uma população de 1,5 milhão de habitantes, que chegam a cerca de 3,5 milhões na Região Metropolitana, compreendida por 31 municípios. Porto Alegre acha-se a 1.558 km de distância do Rio de Janeiro, 1.109 km de São Paulo, 525 km de Florianópolis e a 1.063 km de Buenos Aires.

Nosso ponto de partida é o quilômetro zero da rodovia BR-116, junto ao Monumento ao Laçador, símbolo do povo que vive no extremo sul do Brasil e de boas vindas aos que chegam a Porto Alegre por sua entrada norte.

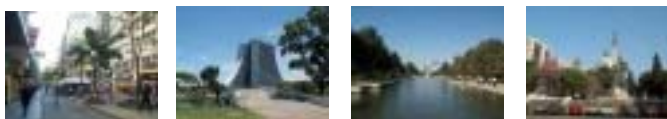
As quilometragens citadas nos pontos do roteiro referem-se sempre à distância a partir deste ponto, a menos que explicitamente diferentemente referenciadas.

Grande parte do município de Porto Alegre acha-se localizada sobre terrenos graníticos ([Domínio Dom Feliciano](#)) que em direção ao norte acham-se recobertos por sedimentos da [Planície Costeira](#).



Museu de Geologia da CPRM, instalado na sede de sua Superintendência Regional em Porto Alegre

Veja mais:



Monumento ao Laçador



Rua Otávio Rocha, no centro de Porto Alegre - foto http://nutep.adm.ufrgs.br/fotospoa/centropoa_3_nutep.jpg



Ponte de Pedra, na Praça Açorianos - foto www.terracams.com.br/DCP_10931.JPG



Parque Farroupilha - foto www.terracams.com.br/DCP_7635.JPG



Praça da Matriz - foto em www.terracams.com.br/DCP_8346.JPG

Ponto 01 - Intrusão de gabros picríticos - Fácies Lomba Grande



Pedreira de Lomba Grande

Afloramento em pedreira na localidade de Lomba Grande, onde ocorre um *sill* multiintrusivo de composição gabróica, posicionado em sedimentos da [Formação Teresina](#). Este *sill* apresenta uma forma aproximadamente elíptica recobrendo uma área com aproximadamente 6 km². Tem uma espessura de cerca de 440 metros e um volume estimado de 0.47 km³. Trata-se de um corpo **hipohabissal** formado por dois horizontes intrusivos principais, onde desenvolvem um **acamadamento** gravitacional variando entre *layers* anortosíticos a olivina gabros. Outras intrusões, que fazem parte desta mesma associação, apresentam composições que variam entre dunitos, olivina websteritos, olivina gabronoritos e olivina gabros. Destaca-se que dentro de toda a Bacia do Paraná esta é a única região conhecida onde ocorrem intrusões contendo cumulados de composição **picrítica**.



Zona de contato entre duas fases intrusivas, demarcada pelo desenvolvimento de fina disjunção colunar ortogonal ao contato.



Brecha de contato junto à base do *sill*, com blocos de gabro vesicular misturado com sedimentos gonduânicos.

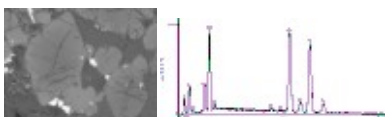


“Layer” anortosítico em olivina gabro.

Texturalmente destaca-se o acamadamento gradacional sutil, uma porção central granular maciça e uma fácies afanítica a granular fina relacionada a uma fase **quench**. A presença de fina **disjunção** colunar vergada por fluxo junto as bordas da segunda fase intrusiva (fase principal) demarca o contato entre as duas intrusões.

Litologicamente trata-se de rocha granular média, melano a mesocrática cinza escuro a amarronado, **textura** granular homogênea, contendo cristais de olivina destacadamente de cor marro avermelhada em concentrações que vão de 24 a 35%, coexistindo com plagioclásio (labradorita), clinopiroxênio (augita e pigeonita), apatita e óxidos de Cr-Al-Mg-Fe-Ti (magnésio-ilmenita, cromita, magnetita) com concentrações de sulfeto variando entre 0,5 a 2%.

Veja ainda :



◀ ponto anterior

voltar ao mapa

próximo ponto ▶

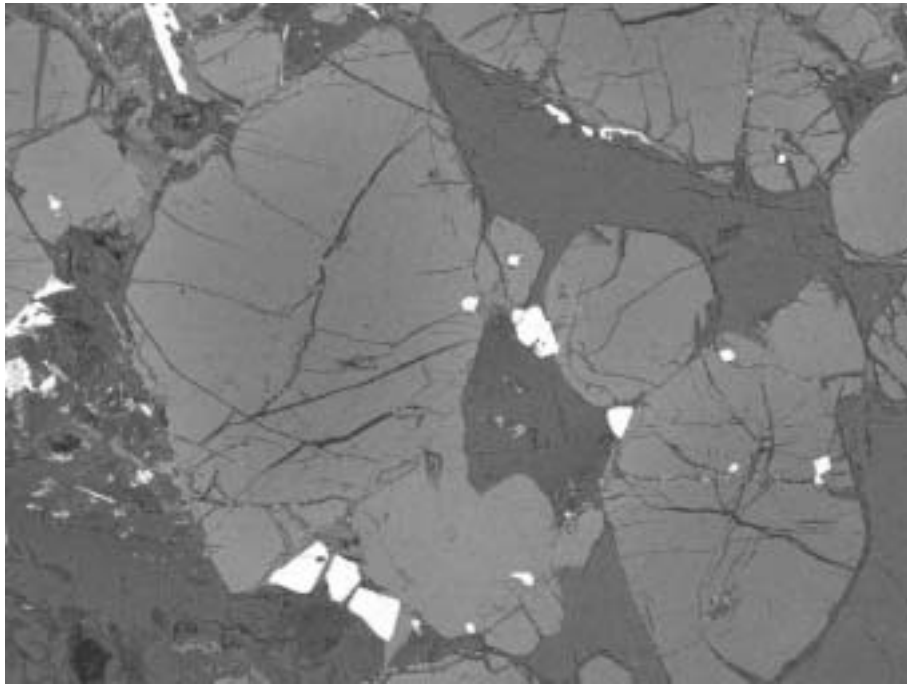


Imagem obtida em MEV (microscópio eletrônico de varredura) de um termo picrítico, contendo fenocristais euédricos de olivinas contornadas por plagioclásio e espinélios como acessórios. Para visualizar análise dos espinélios clique [aqui](#).

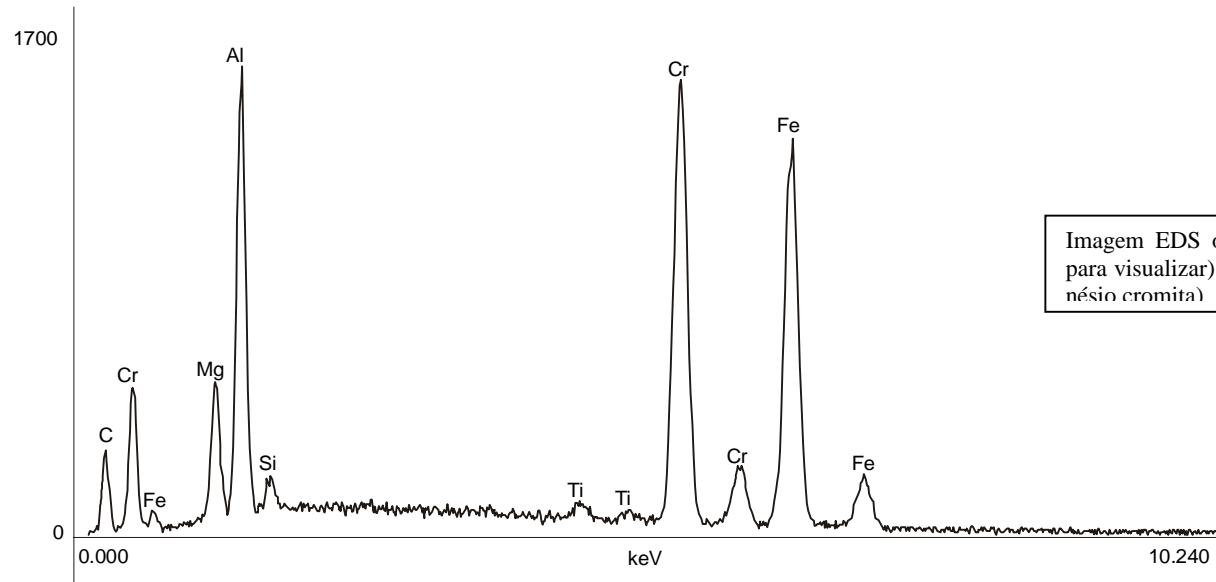


Imagem EDS obtida sobre os espinélios de [amostra picrítica](#) (clique para visualizar), caracterizando os altos teores de Cr, Al, Fe e Mg (magnésio cromita)

Ponto 02- Primeiro derrame de **basaltos** na borda sul da bacia - [Fácies Gramado](#)



Frete da pedreira INCOPEL onde o primeiro derrame repousa sobre a superfície de *stoos* de uma zona de Botucatu. Acima e ao fundo nível eólico intertrápico.



Detalhe do nível intertrápico.

Posicionado a cerca de 35 km ao norte de Porto Alegre, próximo à cidade de Novo Hamburgo e em direção a Nova Petrópolis, existe uma pedreira (Brita Norte - INCOPEL) instalada no primeiro **derrame** de basaltos da borda sul da bacia. No piso desta pedreira afloram **arenitos** ortoquartzíticos da [Formação Botucatu](#), com **estratificação cruzada** de grande porte, mergulhando cerca de 12° para ENE.

A parede da pedreira esta composta por um derrame com cerca de 40 metros de espessura, onde se destaca uma forte **disjunção** colunar na porção central e uma disjunção tabular pobremente vesiculada na porção de topo preenchidas fundamentalmente por zeolitas, carbonatos e celadonita. Acima deste derrame tem-se uma recorrência dos **arenitos** da [Formação Botucatu](#), correspondendo a um horizonte intertrápico. Todo o conjunto encontra-se cortado por dois **diques** de **diabásio**, representantes dos canais alimentadores dos derrames posicionados acima deste pacote.

A presença de arenitos relacionados a regime de deposição desértico é o testemunho da desertificação ocorrida no terreno Gondwânico durante o **Mesozóico (Jurássico)**, no período anterior ao rompimento continental. Esta desertificação foi a responsável pelo aparecimento de grandes depósitos eólicos que, próximo ao topo, intercalam-se com os primeiros derrames de **lavas** da Formação Serra Geral. A despeito da inconformidade representada pela interdigitação destes dois tipos de rocha, o contato é transicional, demonstrando que os dois processos, vulcanismo e deserto, foram contemporâneos até o total soterramento dos **ergs** Botucatu e a instalação do processo vulcânico.



Dois diques alimentadores (destacados em amarelo) cortando a porção central do derrame.

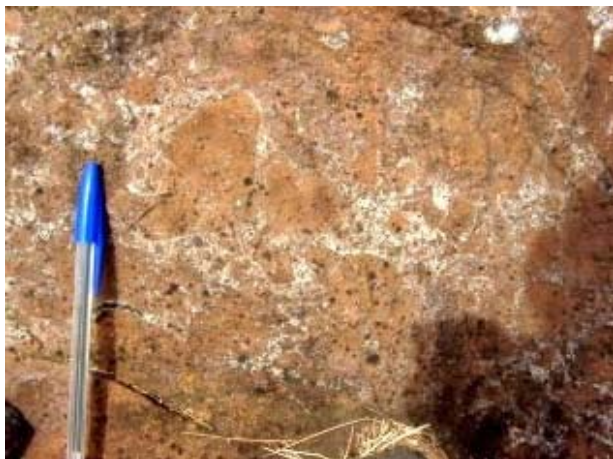


Detalhe do dique à esquerda na foto acima.

Ponto 03 - Autobrechas e bandamentos de fluxo em lavas ácidas - Fácies Palmas



Vista geral do afloramento de lavas ácidas, caracterizado por dobras de fluxo e autobrechas



Detalhe das autobrechas e o ajuste dos fragmentos angulosos formando um *jigsaw-fit*.

Próximo à entrada oeste da cidade de Nova Petrópolis encontra-se o contato entre as Fácies Gramado (basaltos) e Palmas (riolitos), iniciando neste ponto a presença do vulcanismo ácido da bacia, denominado como Fácies Palmas.

O afloramento compreende um corte de estrada com cerca de 30 metros de extensão ao longo da BR-116, onde ocorre um derrame riolítico com **texturas** de fluxo bem desenvolvidas e um **bandamento** característico desta fácies. A alta **viscosidade**, própria de **magmas ácidos**, aliada a baixas temperaturas quando comparadas com os basaltos, faz com que este tipo de derrame desenvolva um pronunciado bandamento, que grada para porções com **dobras** assimétricas, apertadas e sem raiz, que por sua vez passam para **autobrechas**. As autobrechas são compostas por blocos angulosos **monomíticos** irregulares, sem matriz, **clastosuportados**, desenvolvendo texturas do tipo **jigsaw-fit**. Os horizontes de **brecha** normalmente concentram-se próximos ao topo ou a base dos derrames, entretanto porções brechadas podem ser deslocadas pelo fluxo da **lava**, fazendo com parte destes horizontes mergulhem para o interior dos derrames e fiquem preservados na forma de bolsões de autobrechas imersos na lava

Litologicamente correspondem a rochas leuco a mesocráticas cinza a cinza-avermelhado, vitrofíricas, contendo **microfenocristais** de quartzo e pigeonita arranjados de forma **glomeroporfirítica**. Ao entorno dos glomeropórfiros ou microfenocristais e comum o processo de devitrificação e desenvolvimento de arranjos esferulíticos irregulares. O bandamento de fluxo é identificado milimetricamente, sendo materializado pela concentração de cristalitos em proporções diferentes ao longo das linhas de fluxo.



Detalhe das dobras de fluxo assimétricas.

Veja ainda:



[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



Bandamento de fluxo mostrando o início do processo de ruptura ao longo das linhas de fluxo preferenciais e o início do processo de brechamento



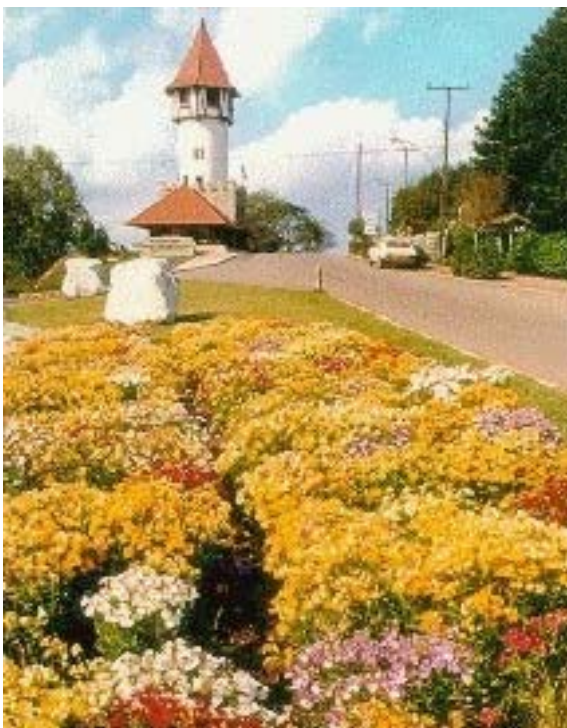
Dobras de fluxo assimétricas demarcadas por concentração de cristálitos ao longo do bandamento.



Imagem *backscattering* onde identifica-se um bandamento composto por níveis predominantemente vítreos, intercalados com níveis compostos por cristálitos imersos em matriz vítrea.

Ponto 04 - NOVA PETRÓPOLIS

A colonização européia da região das Hortênsias, na encosta nordeste da serra gaúcha, é destacada na cidade de Nova Petrópolis, com casas de jardins floridos que demonstram o perfeccionismo e a cultura dos seus habitantes, descendentes de emigrantes oriundos de diversas origens, especialmente dos Estados Alemães (Reno-Mosel, Pomerânia, Prússia, Saxônia, etc.), mas também do Império Austro Húngaro (boêmios) e de diversos outros países da Europa, como italianos e irlandeses (estes provindos dos Estados Unidos), franceses e holandeses, vindos das regiões limítrofes da Alemanha, e ainda famílias russas e polonesas, a partir de 1845, após a pacificação da Revolução Farroupilha. Fonte: Renato Urbano Seibt, em www.novapetropolis.tur.br



Torre de Informações Turísticas - foto de Marlene Neumann em www.germanoschuur.hpg.ig.com.br/



Nova Petrópolis - foto www.terracams.com.br/DCP_19596.JPG/



Labirinto Verde, na Praça da República - foto de João Darci Hennemann em www.germanoschuur.hpg.ig.com.br/

Nova Petrópolis acha-se a 824 metros de altitude, a cerca 100 km de [Porto Alegre](#), 35 km de [Gramado](#) e 35 km de Caxias do Sul, com uma população de cerca de 17.000 habitantes. A cidade situa-se sobre **rochas vulcânicas ácidas** da Formação Serra Geral - [Fácies Palmas](#).



Praça da República - foto em www.novapetropolis.tur.br/

Veja mais:



[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



Praça da República



Parque do Imigrante



Cascata Johann Grings, Linha Imperial - www.novapetropolis.tur.br/



Labirinto Verde



Entrada de Nova Petrópolis pela BR-116

Ponto 05 - GRAMADO

Gramado é hoje um dos principais pólos turísticos do Rio Grande do Sul, situado a cerca de 115 km de [Porto Alegre](#) e a 7 km de [Canela](#), com quem forma a Região das Hortências, juntamente com [Nova](#)



Pórtico na RS-235, via Nova Petrópolis (www.gramadosite.com.br)

[Petrópolis](#) e [São Francisco de Paula](#). Gramado possui um destacado centro comercial, e arquitetura típica, exibindo notáveis características das colonizações alemã e italiana da região. A população é de cerca de 25.000 habitantes e a altitude está ao redor de 885 metros.

O clima apresenta temperaturas abaixo de zero nos meses de junho, julho e agosto, podendo ocorrer nevascas, o que torna a região muito procurada por turistas neste período.



Vale dos Quilombos (belvedere na RS-25) - foto em www.pousadavaleadoquilombo.com.br

Ao encanto de sua arquitetura, gastronomia, museus, hotelaria e comércio, somam-se muitas atrações, como a [Cascata dos Narcisos](#), Lago Negro, Vale do Quilombo e outras. No que se refere à geologia, a



Lago Negro (foto www.gramadosite.com.br)

cidade posiciona-se sobre derrames de **lavas ácidas** da [Fácies Palmas](#), apesar de emprestar o nome para a designação do conjunto de derrames de **basaltos** aflorantes no extremo sudeste da bacia ([Fácies Gramado](#))

Veja também:



Praça Central (foto www.gramadosite.com.br)



[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



foto: Sergio Bonfante

Lago Joaquina Bier (foto www.gramadosite.com.br)



Prefeitura Municipal (foto www.gramadosite.com.br)



Cascata dos Narcisos (foto www.gramadosite.com.br)



foto: Sandro Seewald

Praça Major Nicoletti (foto www.gramadosite.com.br)

Ponto 06 - Derrame ácido maciço - [Fácies Palmas](#)

Apesar de emprestar o nome para a designação do conjunto de derrames de **basaltos** aflorantes no extremo sudeste da bacia, a cidade de Gramado posiciona-se sobre derrames de **lavas ácidas** da **Fácies Palmas**. Um dos afloramentos desta unidade pode ser visto em corte de estrada posicionado na lateral direita da estrada que liga a cidade de Gramado à Canela, logo após a divisa municipal, onde afloram rochas maciças de cor cinza claro, com aspecto “sal e pimenta” (carijó), microgranulares com **texturas** de devitrificação e que representam a porção central de um derrame desta fácies.



Vista geral do afloramento (sentido W-E da RS-235)



Detalhe da porção maciça, característica de centro de derrame.

[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)

Ponto 07 - CASCATA DO CARACOL



Vista frontal da Cascata do Caracol, ressaltando o contraste entre derrames de diferentes composições (foto www.canela.com.br)

Este ponto está situado no Parque Estadual Cascata do Caracol, a 7 km de [Canela](#) pela rodovia RS-466, cujo entroncamento acha-se na RS-235, que liga Gramado a Canela.

O Parque Estadual do Caracol possui 100 hectares e recebe cerca de 450 mil visitantes/ano, constituindo-se no ponto turístico mais visitado do RS. O parque conta com completa infraestrutura, incluindo uma escada com mais de 900 degraus que conduz à base da cascata, que tem uma queda de 131 metros.

O Parque posiciona-se sobre o contato entre as **Fácies** Gramado e Palmas, representando o final do magmatismo basáltico e o início do vulcanismo ácido nesta porção da bacia. Na cascata ressalta-se que o processo de alteração mais acentuado dos **basaltos** da base desenvolvem um perfil de degradação e erosão mais acentuado em relação ao vulcanismo ácido posicionado acima, formando a cava da base da cascata. Por outro lado, a maior resistência do vulcanismo ácido gera uma plataforma destacada na paisagem, onde se identifica uma **disjunção** planar típica de base de derrame próximo à zona de contato.



Entrada do Parque (foto - www.canela.com.br)



Capa da Segunda Circular do 31º Congresso Internacional de Geologia, realizado no Rio de Janeiro em 2000, e no qual uma das excursões pré-Congresso percorreu parte de nossa presente excursão virtual (Mantovani et al., 2000).

Ponto 08 - CANELA

A cidade de Canela destaca-se no cenário turístico do Rio Grande do Sul, integrando a Região das Hortênsias, formada também pelos municípios de [Gramado](#), [Nova Petrópolis](#) e [São Francisco de Paula](#). Estas localidades fazem parte



Catedral de Pedra de Canela

de roteiros turísticos tradicionais do estado, como a [Rota Romântica](#) (integrando 13 municípios de colonização alemã), além de situarem-se próximas (até 90 km) à [Região da Uva e do Vinho](#), de característica colonização italiana, onde se destacam as cidades de Bento Gonçalves e Caxias do Sul.

Canela situa-se a cerca de 830 metros acima do nível do mar e tem uma população de cerca de 30 mil habitantes. Está posicionada sobre rochas **vulcânicas ácidas**, da [Fácies Palmas](#).

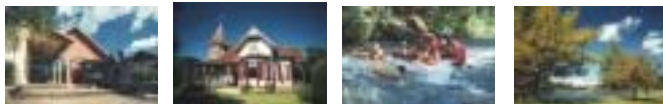
Entre suas atrações turísticas destaca-se a [Cascata do Caracol](#), situada no parque de mesmo nome, a 7 km do centro da cidade pela estrada RS-466, e que despenca em queda livre por 131 metros, num conjunto paisagístico de grande beleza. O Parque do Caracol registra a maior frequência de turistas entre os congêneres do Rio Grande do Sul, contando com uma completa infra-estrutura turística.

A cerca de 6 km do Parque do Caracol acha-se o Parque da Ferradura, notabilizado pela curva apresentada pelo rio Caí neste local.

Canela acha-se a 7 km de [Gramado](#), a 32 km de [São Francisco de Paula](#) e a 125 km de [Porto Alegre](#).

Informações e fotos desta página: www.canelaturismo.com.br/

Veja também:



[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



Vale do Quilombo visto do Parque Laje de Pedra



Parque da Ferradura



Casa de Cultura (antiga estação estrada de ferro) - www.canelaturismo.com.br/



Castelinho, na RS-466 (www.canelaturismo.com.br/)



Rafting nas corredeiras do rio Paranhana (www.canelaturismo.com.br/)



Parque Laje de Pedra (www.canelaturismo.com.br/)

Ponto 09 - SÃO FRANCISCO DE PAULA



Lago São Bernardo



Barragem do Salto - foto em www.saofranciscodepaula.tur.br/

900 metros, à borda do planalto da Serra Geral, em situação tal que de alguns pontos se pode avistar a cidade de [Porto Alegre](#), a mais de 100 km de distância. Situa-se sobre **rochas vulcânicas ácidas** da [Fácies Palmas](#).



Campos de Cima da Serra

A 32 km de [Canela](#) está São Francisco de Paula, cidade de arraigada cultura tradicionalista gaúcha, situada na região de transição da Mata de Araucárias para os Campos de Cima da Serra. Os hábitos do gaúcho serrano são aqui cultuados com devoção, a partir da origem histórica da cidade como ponto de parada de tropas de gado em movimento para o centro do país.

São Francisco de Paula é a porta de entrada da [Rota Campos de Cima da Serra](#), roteiro de significado turístico que inclui ainda [Cambará do Sul](#) e outras cidades serranas com características similares. É também ponto de referência na [Rota Romântica](#).

A cidade tem uma população de cerca de 20.000 habitantes e acha-se localizada numa altitude de cerca de

[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)

PONTO 10 - **Derrames vitrofíricos** - Fácies Várzea do Cedro

O conjunto de derrames ácidos presentes nesta porção da bacia está dividido em duas **fácies**, uma representada por **riolitos** e riolacitos maciços da **Fácies Palmas** e outra, posicionada acima, cuja característica é a de derrames de pequena extensão, compostos essencialmente por **lavas** vítreas pouco espessas, de cor preta, brilho graxo, aspecto resinoso, característicos de um **pitchstone**, designados como Várzea do Cedro.



Corte de estrada em rocha da fácies Várzea do Cedro, destacando-se a forma heterogênea de quebramento e ausência de estruturas como disjunção colunar ou entablamento, substituídas por pequenos blocos vítreos com textura de fluxo dominante.

O afloramento corresponde a extenso corte ao longo da rodovia, onde se identifica um derrame vítreo, de cor cinza escuro a preta, brilho vítreo, aspecto resinoso, fraturamento conchoidal, por vezes adensado formando **textura perlítica**. Na porção central do derrame ocorrem esparsos **micro-fenocristais** de feldspatos e pigeonita arranjados em glomeropórfiros. Próximo ao topo ocorre horizonte vesicular composto por **geodos** centimétricos, com formas elípticas achatadas, preenchidos por ágata zonada. As estruturas presentes são características de **magmas** ácidos, com baixas temperaturas de emplacamento, maior **viscosidade**, o que leva ao desenvolvimento de texturas de fluxo laminar heterogêneo, **bandamentos** de fluxo, caracterizados por rochas vítreas, em um sistema de cristalização do tipo **quench**.



Bloco vítreo de cor preta e aspecto resinoso, característico de um **pitchstone**.

Ponto 11 - Desconformidade temporal e paleo-relevo

Apesar do inquestionável encerramento do sistema eólico durante os estágios iniciais do vulcanismo, identificam-se interdigitações de horizontes sedimentares com os derrames vulcânicos desvinculadas dos depósitos intertrâpicos Botucatu. Estes horizontes sedimentares estão relacionados ao estabelecimento de um regime fluvial efêmero, que resultou na geração de algumas irregularidades erosivas na superfície vulcânica, em períodos esporádicos. Este ambiente sedimentar desenvolveu erosões em formas de canais, rugosidades ao longo das faces dos talvegues e horizontes de **paleosolos**, com espessuras que variam entre cerca de 0,5 até 25 metros. Litologicamente estão representados por **arenitos** finos e siltitos avermelhados em camadas lenticulares, intercaladas com níveis de conglomerados de grãos e seixos. Os litoclastos variam entre 0,5 e 10 cm, são pouco arredondados e constituídos predominantemente por fragmentos de **basalto** e/ou vidro vulcânico, imersos em matriz na fração areia, com acamamento gradacional incipiente, apresentando localmente **estratificações cruzadas** de pequeno porte.



Horizonte sedimentar constituído por arenitos conglomeráticos a conglomerados vulcanoclásticos, recobertos por derrame de lavas.



Vista frontal de um paleocanal estabelecido sobre sedimentos, preenchido por lavas altamente vesiculadas.

As relações de campo indicam que o desenvolvimento destes horizontes sedimentares está localizado em diferentes posições estratigráficas do pacote vulcânico. Nas regiões de Várzea do Cedro (RS), Iraí (RS), São Miguel do Oeste (SC) e Cordilheira Alta (SC), por exemplo, ocorrem superfícies erosivas entre diferentes horizontes de basaltos, basalto andesitos, riolitos, **riolitos** e vitrófiros, variando sua posição estratigráfica desde próximo a base do pacote vulcânico, ~350 metros em Iraí, até próximo ao depocentro da bacia, como na região de São Miguel D'Oeste. Nesta região são encontrados **sedimentos vulcanogênicos** a cerca de 1.440 metros acima do início da deposição dos basaltos. Estes horizontes de não vulcanismo, além de caracterizar hiatus significativos ocorridos durante o vulcanismo, podem auxiliar na interpretação dos intervalos de tempo que separam sucessivos conjuntos de derrames, na estimativa de duração de diferentes eventos vulcânicos, dar suporte a interpretação de dados geocronológicos e auxiliar na definição estratigráfica do magmatismo servindo como superfícies guia.

Veja ainda:





Detalhe dos arenitos conglomeráticos onde os seixos são constituídos integralmente de material vulcanogênico.



Detalhe dos conglomerados vulcanogênicos ressedimentados, cortados por dique centimétrico de basalto relacionado ao derrame sobreposto.

Ponto 12 - Derrame maciço - Fácies Palmas



Pedreira nas proximidades do km 11 da RS-453 onde se identifica a porção central maciça e o início da zona de disjunção tabular de topo.

Os derrames desta **fácies** apresentam características distintas marcantes, correspondendo aos mais espessos de todo o magmatismo Serra Geral, podendo alcançar a espessura de 80 metros por derrame. Apresentam um contato basal com **disjunção** tabular irregular incipiente e porção central maciça com disjunção colunar difusa, contrastando com a porção de topo com disjunção tabular extremamente bem desenvolvida, com raras vesículas preenchidas por sílica.

Os derrames são de composição intermediária a **ácida** (**riolitos** a riodacitos), mesocráticos cinza claros a esbranquiçado, granulares finos a microfaneríticos, sendo comum a presença de **textura** esferulítica. A presença de diferentes concentrações de vidro intersticial gera um aspecto mosqueado sobre a rocha, sendo denominada informalmente como "**basalto** carijó".

O intenso fraturamento horizontal existente na parte superior de alguns dos derrames desta fácies permite a exploração de lajes, muito utilizadas como material de revestimento, pisos e calçamentos. (vide foto em [Potencial Mineral](#))



Detalhe no afloramento da foto anterior, mostrando o início da nucleação da disjunção tabular posicionada próximo ao topo dos derrames.

[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)

Ponto 13 - CAMBARÁ DO SUL

Cambará do Sul é conhecida como a cidade dos **cânions**, em função de sua proximidade à região dos [Aparados da Serra](#). Situa-se numa região dominada pelos campos ondulados do planalto da Serra Geral - Campos de Cima da Serra - cuja principal atividade econômica é a pecuária e exploração da madeira. Nos limites do município com o Estado de Santa Catarina localizam-se os paredões dos principais cânions desta região.

A altitude na sede do município é de 980 metros, o que a faz uma das cidades de maior altitude no Brasil. No inverno, nos meses de junho a agosto, a temperatura pode cair a 8°C negativos, com freqüente ocorrência de nevascas.

A população do município é de cerca de 7.000 habitantes e situa-se a cerca de 186 km de [Porto Alegre](#), 70 km de [São Francisco de Paula](#), a 148 km de Caxias do Sul, 78 km de [Torres](#) e a 42 km de [Praia Grande](#), em Santa Catarina. Integra a rota turística [Campos de Cima da Serra](#).

O turismo em Cambará do Sul vem adquirindo crescente desenvolvimento, em função especialmente dos cânions da região - [Itaimbezinho](#), [Malacara](#), [Fortaleza](#), entre os mais conhecidos - mas também pelos aspectos da paisagem do planalto, clima e especialmente por ser um dos poucos locais do Brasil onde neva durante os meses de inverno.

A cidade situa-se sobre rochas vulcânicas **ácidas** da [Fácies Palmas](#) da Formação Serra Geral.



Nevasca em Cambará - foto [Irineu Castilhos](#)



Cachoeira dos Venâncios - foto Núcleo de Fotografia FABICO - UFRGS em www.cambaradosul.com.



Formação de gelo em cachoeira no arroio Baio Ruano - foto [Irineu Castilhos](#)

Veja ainda:



[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



Cachoeira dos Venâncios, no rio Camisa (foto [Irineu Castilhos](#)).



Lajeado das Margaridas - Rio Camisa (foto [Irineu Castilhos](#))



Na estrada de Cambará ao Cãnion Fortaleza, cujo topo aparece em último plano, ao fundo e à esquerda.

Ponto 14 - CÂNION FORTALEZA

O **cânion** situa-se a cerca de 23 km da cidade de [Cambará do Sul](#), pela rodovia CS-08 (estrada de terra), apresentando uma altitude máxima de 1.157 metros, cerca de 7,5 km de extensão e paredões com desnível de até 800 metros.



Cânion Fortaleza - foto: Renato Grimm - www.acaserge.org.br/fotos/album01/fortaleza4

Não há qualquer infra-estrutura turística na área, A Trilha do Mirante permite o acesso ao topo do Morro Fortaleza (cerca de 1.700 metros de caminhada a partir do estacionamento de veículos), de onde se pode descortinar cerca de 95% do cânion e todo o litoral da região limítrofe entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Outra trilha (cerca de 1,5 km) permite o acesso até a Pedra do Segredo e a Cascata do Tigre Preto, que com suas três quedas atinge mais de 400 metros de altura.



Borda sul do cânion - foto [Irineu Castilhos](#)

O Cânion Fortaleza leva este nome pela configuração de suas paredes, entalhadas verticalmente na rocha e sinuosas ao longo de sua frente, lembrando uma imensa fortaleza que se estende por cerca de 5.800 metros de comprimento, por 2.000 metros de largura e uma profundidade de 600 metros. O ponto culminante do Cânion está a 1.157 metros de altura e em dias límpidos pode-se avistar a linha de praia.



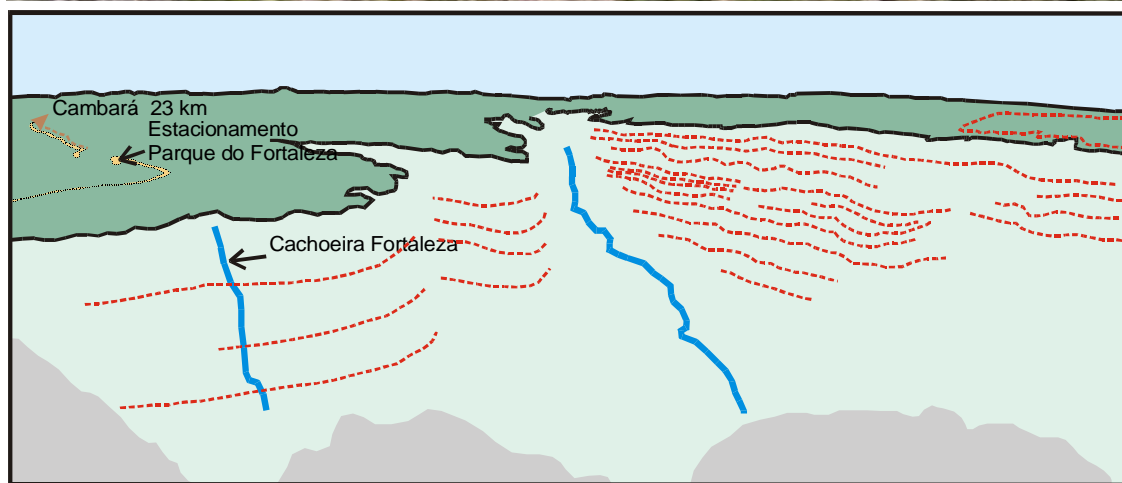
Pedra do Segredo - foto [Irineu Castilhos](#)

Nas paredes do Cânion Fortaleza podem ser identificados 13 derrames de composição **ácida** (riolíticos), com limites perfeitamente tabulares e espessuras que variam entre 15 a 55 metros, com espessura média em torno de 25 metros. O limite entre derrames é ressaltado pela presença de horizontes vesiculares junto ao topo e **disjunção** tabular centimétrica junto a base de cada derrame, o que possibilita um maior aporte de água e o desenvolvimento de um perfil de alteração mais acentuado, possibilitando a instalação de uma vegetação arbustiva mais densa ao longo da linha de contato e o surgimento de quebras de relevo, especialmente nos horizontes superiores, entre derrames.

A base do cânion está instalada sobre uma intercalação de derrames ácidos e básicos, passando para um pacote essencialmente de **basaltos** pertencentes à [Fácies Gramado](#). Esta diferença composicional também esta caracterizada na transição geomorfológica entre a região do planalto dos Campos de Cima da Serra (Campos Gerais) e os Patamares da Serra Geral, onde predominam basaltos até o limite inferior onde afloram os sedimentos da [Formação Botucatu](#) já a uma cota inferior aos 100 metros.



Pico do Cânion Fortaleza (1.157 metros) - foto de [Irineu Castilhos](#)



Vista para o interior do Fortaleza, vendo-se a estrada de acesso ao Parque. No diagrama, estão assinaladas em vermelho as estruturas que demarcam os limites entre os 13 derrames ácidos que compõem a estrutura do cânion.



Cachoeira do Tigre Preto - foto [Irineu Castilhos](#)

Ponto 15 - CÂNION ITAIMBEZINHO



Foto aérea de Renato Grimm, em www.acaserge.org.br/fotos/album04



Na trilha do cotovelo - foto de Lucio Tonon em www.luciotonon.hpg.ig.com.br/itaim.htm

O **Cânion** do Itaimbezinho está localizado entre as cidades de [Cambará do Sul](#) e [Praia Grande](#), sendo considerado como o mais famoso dos cânions que compõem os [Aparados da Serra](#). Estende-se por cerca de 5.800 metros com uma largura máxima de 2.000 metros, onde as paredes rochosas erguem-se a uma altura máxima de 720 metros, cobertas por uma vegetação baixa e pinheiros nativos sobre o Planalto dos Campos da Serra Geral. Para quem nunca esteve à beira de um cânion, a sensação é realmente indescritível. O nome do cânion tem sua origem no Tupi-Guarani, onde *Ita* significa pedra e *Al'be* significa afiada.

O rio Perdizes desce as paredes rochosas para formar a cascata "Andorinhas", de grande beleza. No fundo do cânion o Rio do Boi se move preguiçosamente entre as pedras formando uma série de caprichosas cachoeiras, que deslizam para o vizinho Estado de Santa Catarina

O Cânion do Itaimbezinho, assim como o **Parque Nacional** dos Aparados da Serra, é administrado

pelo [IBAMA](#), o qual mantém sua sede na estrutura do Parque, compondo uma infra-estrutura com centro de informações, sala de áudio visual, espaço cultural, estacionamento, lancheria e guias de ecoturismo.

A entrada do Parque situa-se a cerca de 18 km da cidade de [Cambará do Sul](#), pela rodovia CS-360 (em estrada de terra) e cerca de 22 km da cidade de [Praia Grande](#) (SC), através das rodovias SC-450 e a mesma CS-360, num belíssimo trajeto em estrada de terra através da borda sul do [Cânion Malacara](#), através da [Serra do Faxinal](#), onde, na divisa RS/SC um mirante natural a 1.007 metros de altitude permite visualizar a cidade de [Torres](#) e todo o litoral da região.

Trilhas: existem 3 trilhas dentro dos limites do parque, sendo que cada uma delas deve ser feita com o acompanhamento de um guia:

A **Trilha do Vértice** - de onde se visualiza a Cascata das Andorinhas, que caindo de uma altura de 700 metros em direção ao fundo do cânion, produz uma névoa antes de atingi-lo. A trilha permite uma ótima vista das cascatas das Andorinhas e Véu da Noiva. Tão impressionante quanto as cascatas é a sensação de caminhar na borda do cânion. A trilha começa no Centro de Visitantes, e em menos de 1 hora pode-se percorrer 1,4 km pelas bordas do cânion.



Cânion Itaimbezinho, visto a partir do vértice



Rio do Boi (foto www.cabanascolinadaserra.com.br)



Cascata das Andorinhas, vista da trilha do vértice -foto [Irineu Castilhos](#)

A **Trilha do Cotovelo** - vista imperdível dos paredões do Cânion Itaimbezinho. Caminhada fácil por estrada até um mirante com a maior visão geral do cânion, percurso de 6,3 quilômetros que leva em torno de 3 horas. Atenção: o último horário para fazer a trilha é às 15:00 hs.

A **Trilha do Rio do Boi** - por dentro do abismo, para aqueles que gostam de atividades mais radicais esta trilha é a mais indicada. Caminha-se por dentro dos paredões de 700 m formados pelo cânion, seguindo o leito do Rio do Boi. São 8 km (ida e volta) que podem ser percorridos em 7 horas. Trilha longa e cansativa, com muitas pedras e diversas travessias do rio do Boi (dependendo do nível do rio a água pode estar acima do joelho), com ótimas piscinas naturais para um banho gelado. É a única de acesso liberado ao interior do cânion, saindo de sua porção basal, a partir da cidade de [Praia Grande](#).

Os Parques Nacionais dos Aparados da Serra e Serra Geral, pertencem ao Rio Grande do Sul e Santa Catarina, visto que 1 metro abaixo da borda dos cânions já é Santa Catarina, e os parques englobam também as encostas, rios e matas abaixo das serras, e o visual pela parte de baixo dos cânions é de rara beleza.

Geologicamente o Cânion do Itaimbezinho está posicionado sobre a mesma unidade geológica encontrada no [Cânion Fortaleza](#), composta por um conjunto de derrames de

composição **ácida** (riolitos, riolacitos) relacionados ao período de vulcanismo ocorrido durante o período Cretáceo, datado entre 135 a 120 milhões de anos, idade esta correlacionável ao período de rompimento do continente Gondwânico e abertura do oceano Atlântico.

Dado ao ângulo de visão dos paredões do cânion, torna-se difícil a identificação da superposição dos derrames, quando comparado com o cânion Fortaleza ou mesmo o Malacara, cuja vista frontal da parede de rocha permite uma identificação melhor e um detalhamento da zona de contato entre os diferentes derrames de **lava**.

Mais informações e fotos podem ser obtidas na seção [Aparados da Serra](#),

Veja ainda:



[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



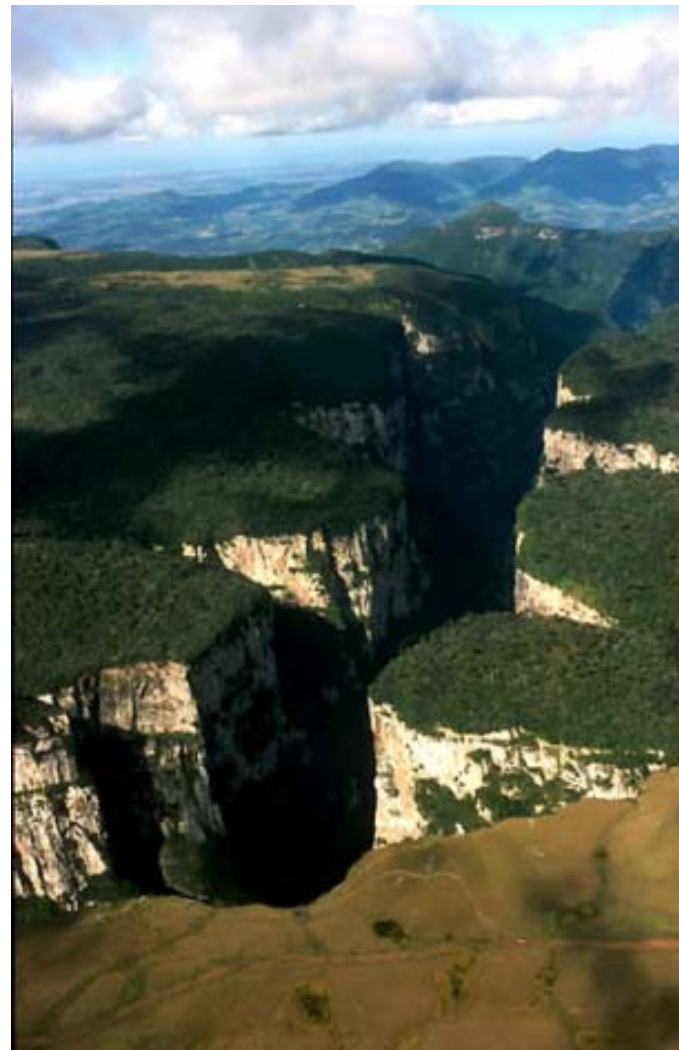
Vista da Trilha do Vértice - foto de João Paulo Lucena em www.acaserge.org.br/fotos/album04



Acima: vista aérea do início do Itaimbezinho, mostrando a entrada do Parque, a sede do IBAMA, a Trilha do Vértice (ao alto) e parte da Trilha do Cotovelo, na porção inferior da foto (Renato Grimm, em

www.acaserge.org.br/fotos/album04)

À esquerda: vista aérea do Itaimbezinho (à direita, a Trilha do Cotovelo) - foto [Irineu Castilhos](#)



Profundo sistema ortogonal de entalhamento da rede de drenagem estabelecido no Itaimbezinho, um dos processos geradores dos cânions da região dos Aparados (foto de Renato Grimm, em www.acaserge.org.br/fotos/album04)

Ponto 16 - CÂNION MALACARA/SERRA DO FAXINAL

Na rodovia CS-360/SC-450, a cerca de 27 km de [Cambará do Sul](#) e a 15 km de [Praia Grande](#)/SC, encontra-se a divisa entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, no topo da Serra do Faxinal, a 1.007 metros de altitude.



Rio do Boi - Cânion Itaimbezinho, foto na Serra do Faxinal (www.cabanascolinadaserra.com.br)

A partir deste local descortina-se um espetacular panorama, que abrange desde o vale do Rio do Boi (a partir do [Cânion do Itaimbezinho](#)) até o oceano, avistando-se a cidade de [Torres](#) e o litoral sul de Santa Catarina.

Na descida do planalto em direção a planície costeira, especialmente por essa estrada que passa pelo acesso ao **cânion** do Itaimbezinho e desce os Aparados da Serra até a localidade de Praia Grande, tem-se uma vista fantástica da faixa de transição entre a superfície de cumeeira dos cânions e a transição para o nível do mar. Ao longo de um trecho de estrada com cerca de 10 km, passa-se da cota de ~1.200 metros para o nível do mar, descendo sobre os Patamares da Serra Geral.

Estes patamares correspondem aos terminais rebaixados da área serrana que avança sobre a [Planície Costeira](#), sendo o que resultou de terrenos vulcânicos após o recuo da encosta até os aparados.



Vista aérea do Cânion Malacara (ao fundo, a linha de costa) - foto de Renato Grimm, em www.acaserge.org.br/fotos/album04.



Vista da Serra do Faxinal para leste - linha de praia e a cidade de Torres ao fundo.



Cânion Índios Coroados e ao fundo o Cânion Malacara



Cânion Malacara - Catedral (ao fundo, através do bloco baixo central, avista-se o topo do Cânion Churriado).



Rio Malacara - foto de André Nery em www.aparadosdaserra.com

Genericamente, a região dos Aparados está estabelecida sobre uma seqüência de derrames de composição **ácida**, sendo este um dos fatores controladores da resistência à erosão encontrada nos **contrafortes** da serra; na região dos patamares da serra predominam derrames de composição **básica**, sujeitos a processos de degradação ambiental e erosão destacadamente mais pronunciados, e nas áreas de maior entalhamento, onde os patamares atingem a superfície da [Planície Costeira](#) encontra-se a linha de contato entre os **basaltos** ([Fácies Gramado](#)) e os sedimentos eólicos da [Formação Botucatu](#).



Cânion Índios Coroados e Cânion Malacara (ao fundo), vistos a partir da Serra do Faxinal (rodovia SC-450)



Vista para o sul na Serra do Faxinal (vale do Rio Pavão)

[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



Rio Malacara - Cãnion Malacara - foto em www.pedraafiada.com.br



Serra das Pedras Brancas - Cãnion Josafaz - foto em www.pvaleverde.hpg.ig.com.br

Ponto 17 - PRAIA GRANDE/SC

A cidade de Praia Grande/SC localiza-se aos pés dos Aparados da Serra, em território catarinense, e apresenta o acesso mais setentrional aos **cãnions** desta região, através das rodovias SC-450 e CS-360, as quais permitem chegar à entrada do Parque Serra Geral ([Itaimbezinho](#)) após 22 km de percurso na fantástica [Serra do Faxinal](#), com paisagens admiráveis dos cãnions Malacara, Índios Coroados e Faxinalzinho.

A partir desta cidade, que conta com uma certa infraestrutura para hospedagem, ecoturismo e turismo de aventura, pode-se acessar os cãnions da região por sua porção basal, através de várias trilhas guiadas.

A cidade está situada a 42 km de [Cambará do Sul](#), a cerca de 21 km da BR-101 e a 36 km de [Torres](#). A altitude é de 40 metros e a população de 7.500 habitantes.



Cume da Serra Pedras Brancas (foto em www.pedraafiada.com.br)



Cachoeira do Borges (www.pedraafiada.com.br)



Cãnion Malacara e, à esquerda, o Cãnion Índios Coroados - foto [Gilberto Ronsani](#)

Ponto 18 - TORRES

A cidade de Torres está situada à beira-mar junto à divisa do Rio Grande do Sul com Santa Catarina e constitui a mais bela paisagem entre as praias do Estado, destacando-se pela ocorrência de rochedos e morros de **rochas vulcânicas**, que vieram inclusive a dar-lhe o nome. Seu povoamento data do século XVIII, e graças à sua posição estratégica junto ao litoral do sul do Brasil, desempenhou importante papel na ocupação do território meridional do nosso País. Sua população fixa é de cerca de 30.000 habitantes, que chegam a 300.000 nos meses de verão, graças aos turistas e veranistas.



Praia da Guarita - foto de Filipe Flor em www.clictorres.com.br



Furna do Diamante - foto em www.torresnet.com.br

A cidade está a cerca de 200 km de [Porto Alegre](#) pelas estradas BR-101 ou RS-389 (Estrada do Mar) e a cerca de 280 km de Florianópolis, pela BR-101, constituindo-se num dos mais importantes pólos turísticos do Rio Grande do Sul. É a porta de entrada norte para um dos maiores ambientes litorâneos contínuos do mundo ([Planície Costeira](#)), através de uma praia de mais de 600 km, interrompida em apenas dois pontos, pelo Rio Tramandaí e pela barra da Lagoa dos Patos.

Na Praia da Guarita e Morro do Farol estão os afloramentos mais orientais do magmatismo [Serra Geral](#), correspondendo ao ponto mais próximo da união com o contraforte desta bacia na região de Etendeka (África). Na base do morro-testemunho da Guarita, afloram rochas sedimentares do [Botucatu](#), correspondendo a um horizonte intertrápico.



Morro das Furnas - Foto em www.torres.com.br



Praia Grande - foto de Filipe Flor em www.clictorres.com.br

Veja mais:



[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)



Praia da Guarita, - foto em www.geocities.com/torres_rs/



Parque da Guarita - foto em www.torres.com.br



Morro do Meio - Furna da Garagem (ao fundo, o Morro do Farol) - foto Filipe Flor em www.clictorres.com.br

Ponto 19 - [Fácies Gramado](#), primeiro derrame na face leste da Bacia



Corte de estrada onde dominam sedimentos eólicos do Botucatu, capeados ao fundo por derrame de basaltos.

Na rodovia RS-486 ([Rota do Sol](#)), a cerca de 8 km de seu entroncamento com a BR-101 e após a localidade de Terra de Areia, encontra-se afloramento do contato entre derrames basálticos e o [arenito Botucatu](#), posicionado a cerca de 50 metros de altitude.

Como na borda sul da bacia, próximo ao início deste perfil geológico (Ponto 02), também nesta face dos [contrafortes](#) da Serra Geral encontramos a interdigitação de [basaltos](#) e sedimentos eólicos da base da bacia. Este limite se dá através de uma linha irregular decimétrica, ao longo da qual misturam-se as [lavas básicas](#) e os sedimentos inconsolidados das dunas do Botucatu. O basalto encontra-se intensamente vesiculado e o amarrotamento destas vesículas pode ser utilizado como indicador [geopetal](#) para a orientação de direção e sentido de fluxo destes derrames.



Detalhe do contato arenito x basalto, mostrando uma zona decimétrica de mistura entre estas duas fácies.

[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa](#)

[próximo ponto ▶](#)

Ponto 20 - SERRA DO PINTO/ROTA DO SOL



Na Rota do Sol, nas proximidades de Aratinga, vista da Serra Geral para o sul (Potreiro Velho e Potreiro Novo)

A rodovia RS-486, que liga a BR-101, junto à cidade de Terra de Areia à localidade de Tainhas, na rodovia RS-020, que liga [São Francisco de Paula](#) a [Cambará do Sul](#) constitui uma rota de fundamental importância econômica e turística no Rio Grande do Sul, uma vez que permite a ligação da região de Caxias do Sul ao litoral gaúcho.

Esta rodovia integra a chamada Rota do Sol e a descida do planalto da Serra Geral ao litoral, ligação esta que se faz através da Serra do Pinto, oferecendo belíssimos panoramas. A pavimentação deste trecho de estrada, reconstruída para tráfego sob quaisquer condições, vem sendo atrasada e dificultada por questões ligadas à preservação do ecossistema atravessado, estando em sua fase final (2004).



Na descida da Serra do Pinto ocorre um conjunto de derrames de basalto, contrastantes com os derrames riolíticos que afloram no topo dos Aparados da Serra. Normalmente são finos, apresentando um limite irregular entre os derrames, porções do topo intensamente vesiculadas e porções centrais com disjunção colunar bem desenvolvida.

Na foto, identificam-se três derrames sobrepostos, destacando-se a linha de contato entre estes.



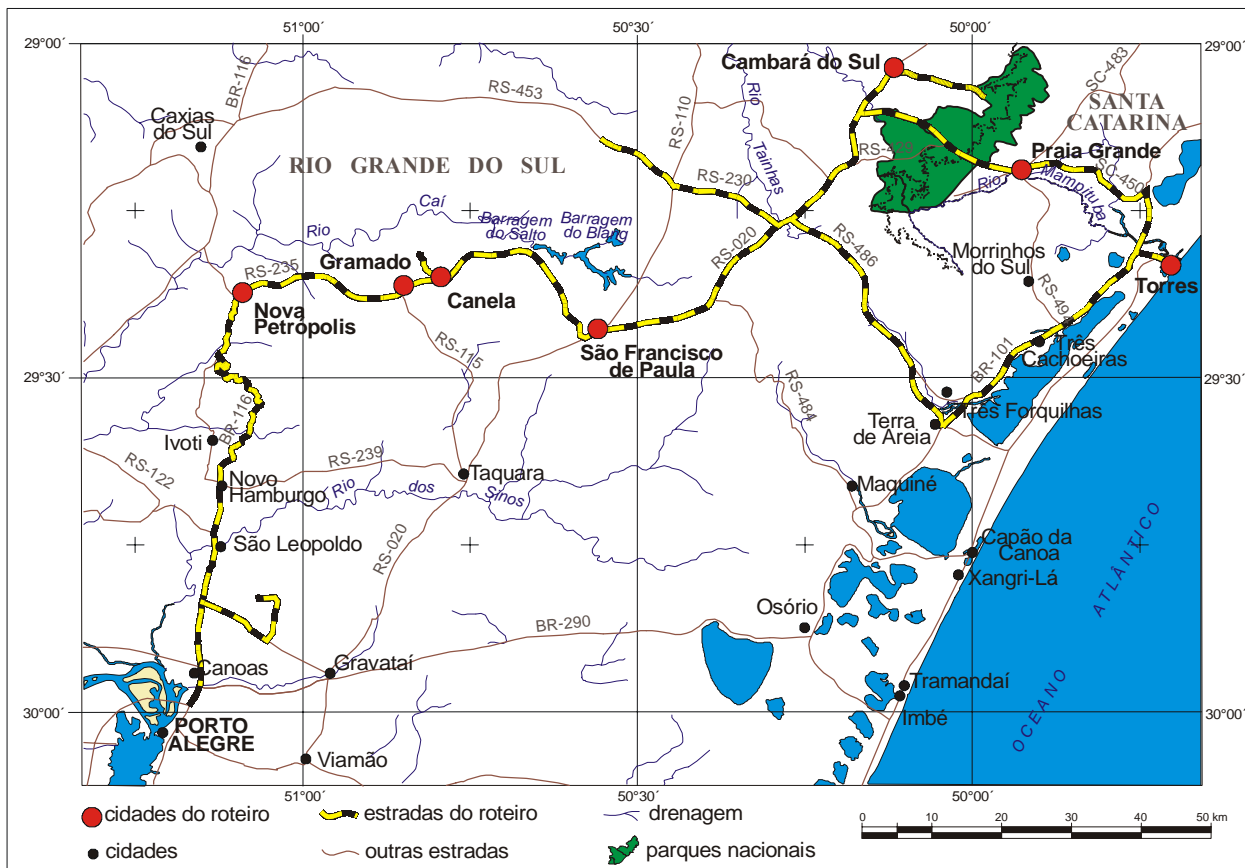
Rio Pedras Brancas - Serra do Pinto - foto em www.pvaleverde.hpg.ig.com.br

[◀ ponto anterior](#)

[voltar ao mapa ▶](#)

CIDADES TURÍSTICAS DO ROTЕIRO

Este roteiro buscou, desde sua concepção, apresentar uma região de grande interesse turístico no sul do Brasil, onde fatores relacionados à geologia desempenham papel fundamental no desenvolvimento do meio-ambiente da região.



Não por coincidência, na área abrangida pelo roteiro situam-se as cidades serranas de [Nova Petrópolis](#), [Gramado](#) e [Canela](#), que juntamente [São Francisco de Paula](#) constituem o chamado Circuito das Hortências. Também serrana é a cidade de [Cambará do Sul](#), que juntamente com a catarinense [Praia Grande](#) constituem os pontos de apoio mais próximos à região dos cânions e onde já se pratica com propriedade o turismo ecológico e de aventura.

Nova Petrópolis, Gramado, Canela e São Francisco de Paula integram a chamada [ROTA ROMÂNTICA](#), enquanto São Francisco de Paula e Cambará do Sul integram a chamada [ROTA CAMPOS DE CIMA DA SERRA](#), roteiros turísticos por excelência da região da serra nordeste do Rio Grande do Sul, juntamente com a [ROTA UVA E VINHO](#), que é bem próxima.

Além de todas estas cidades de forte apelo turístico, ligadas essencialmente à região serrana, a litorânea cidade de [Torres](#) constitui destacado pólo turístico no Rio Grande do Sul.

[◀ voltar](#)

[Rota Romântica ▶](#)

ROTA ROMÂNTICA



Roteiro turístico que integra 13 municípios de colonização alemã no Rio Grande do Sul, iniciando ao sul por São Leopoldo, Novo Hamburgo, Dois Irmãos, Morro Reuter, Picada Café e [Nova Petrópolis](#), pela BR-116, Estância Velha, Ivoti e Presidente Lucena pela RS-326 e [Gramado](#), [Canela](#) e [São Francisco de Paula](#) pela RS-020, além de Santa Maria do Herval pela RS-373.

ROTA CAMPOS DE CIMA DA SERRA



Roteiro turístico com início, ao sul, por [São Francisco de Paula](#) e [Cambará do Sul](#), pela RS-020 e São José dos Ausentes, Bom Jesus, Monte Alegre dos Campos e Vacaria, pela BR-285, além de Jaquirana, pela RS-110.

◀ Rota Romântica

voltar

Rota Uva e Vinho ▶

ROTA UVA E VINHO



A **Rota Uva e Vinho** é um roteiro turístico consagrado no Rio grande do Sul, cuja porta de entrada é a cidade de Caxias do Sul, abrangendo mais de duas dezenas de outras cidades de forte influência da colonização italiana.

[◀ Rota Campos de Cima da Serra](#)

[voltar ao sumário ▶](#)

Geologia da borda sudeste da Bacia do Paraná

1- Posicionamento da área

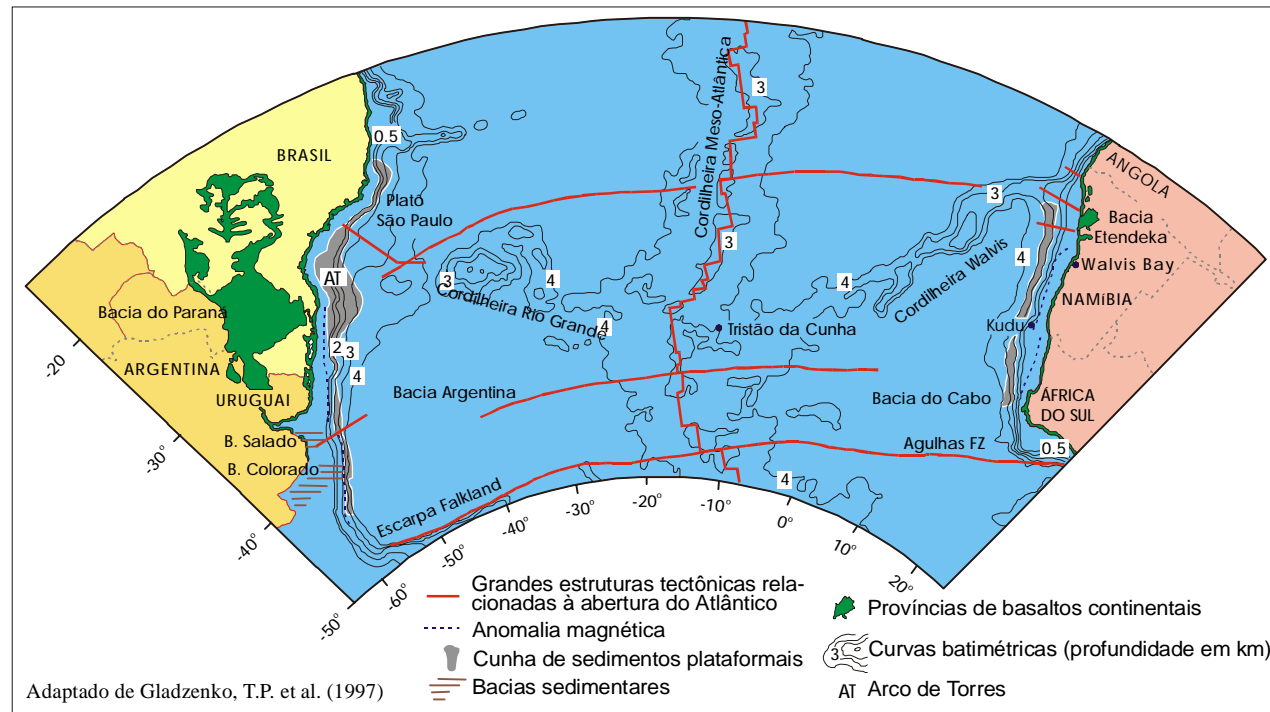
A Bacia do Paraná-Etendeka recobre toda a porção centro-oriental da América do Sul, estendendo-se até o noroeste da Namíbia, oeste do Continente Africano. Estas áreas apresentam características geológicas semelhantes nos dois continentes, sendo um dos argumentos utilizados como indicador da presença de um grande continente, pré abertura do oceano Atlântico e da deriva continental, denominado de **Gondwana**, cuja fragmentação iniciou-se ao redor dos 120 Ma.

Testemunhos desta separação estão presentes tanto na Bacia do Paraná quanto na de Etendeka, dos quais abordaremos aqueles relacionados aos episódios finais do preenchimento destas bacias e suas conexões com o rompimento do **Gondwana**, especialmente no que diz respeito ao [deserto Botucatu](#) e ao [Magmatismo Serra Geral](#),

A Bacia do Paraná corresponde a porção Sul-Americana desta grande entidade geológica, recobrendo uma área de aproximadamente 1.6x10⁶ km². A evolução desta bacia pode ser entendida em quatro grandes episódios (Almeida, 1981), cada um sendo característico de um ciclo tectono-sedimentar completo (Sloss, 1963). Os dois primeiros ciclos estão relacionados à sedimentação em uma bacia sinforme subsidente, e os dois últimos correspondendo às fases de soerguimento e extrusão de grande quantidade de **lavas toleíticas** relacionadas ao intumescimento da crosta ocorrido ao redor de 135 - 120 Ma (milhões de anos).

Cerca de 730.000 km² da parcela brasileira desta Bacia estão recobertos pela [Formação Botucatu](#) e pelos derrames relacionados ao [Magmatismo Serra Geral](#), correspondentes às fases finais de preenchimento desta bacia, porção que atinge cerca de 1.700 metros de espessura junto ao seu depocentro, posicionado no oeste do Estado do Paraná.

A região dos Aparados da Serra está posicionada na borda sul-sudeste desta grande entidade geológica, Bacia do Paraná-Etendeka, correspondendo geograficamente a porção mais próxima da zona de continuidade com o continente Africano. É nesta posição que abordaremos uma seção geológica completa, iniciando nos sedimentos relacionados ao grande deserto de Botucatu, até o topo do vulcanismo Serra Geral, um dos maiores eventos vulcânicos ocorridos no planeta.

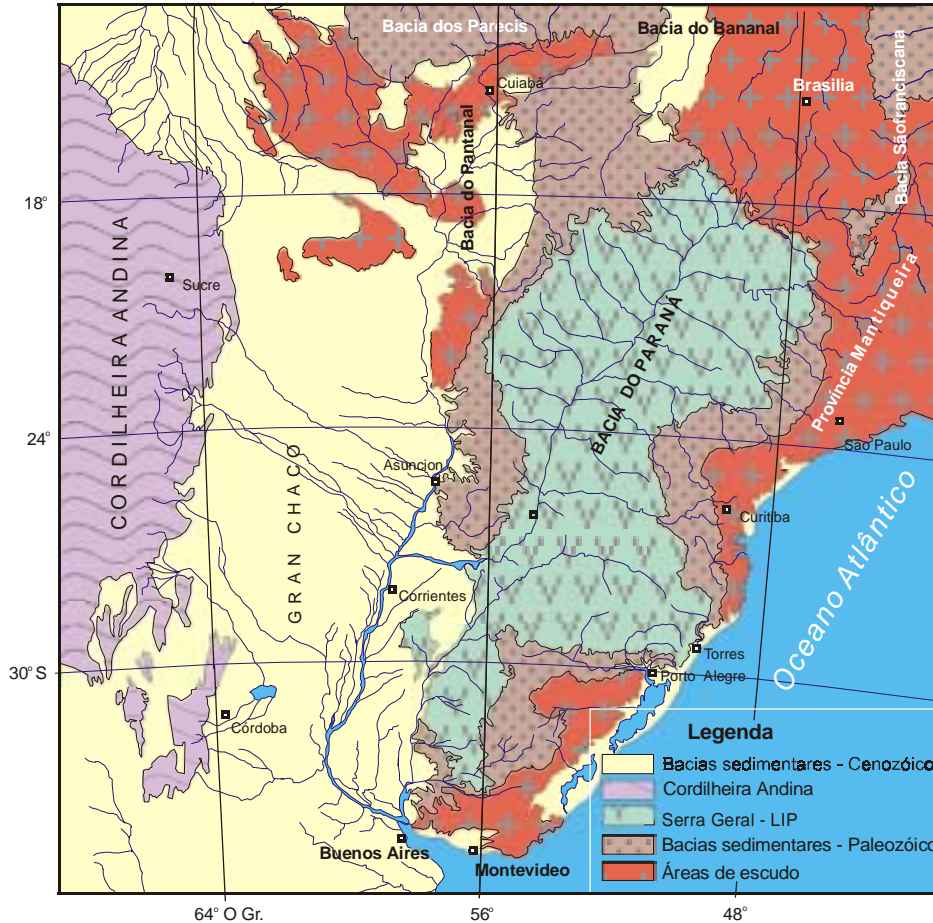


◀ voltar

próxima página ▶

2- Geologia do intervalo Juro-cretácico da Bacia do Paraná

A implantação do deserto [Botucatu](#), ciclo sedimentar final do preenchimento da Bacia do Paraná-Etendeka, iniciou-se por uma vasta superfície de deflação eólica que marcou o clímax da aridez desértica no interior desta Bacia, caracterizando um prolongado episódio de interrupção da sedimentação que vinha se desenvolvendo, associado a fenômenos de rearranjo da sua morfologia. A implantação das condições de abrasão eólica dentro da bacia acompanha uma tendência regional de desenvolvimento de fases distensionais e de soerguimentos a partir de Mesotriássico, e se insere temporalmente nos momentos iniciais do grande ciclo geotectônico que levaria a desagregação do [Pangea](#), e a fragmentação dos continentes Africano e Sul-americano ([Milani et al.1998](#), [Scherer, 2000](#)).



Compilado a partir do “Mapa de Integração Geológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes - MERCOSUL - [Schobbenhaus & Lopes \(2001\)](#)”

No topo da seqüência estratigráfica da Bacia do Paraná, a [Formação Serra Geral](#) demarca o término do episódio magmático eocretácico de preenchimento desta entidade geológica, correspondendo a um dos maiores eventos vulcânicos do planeta (vide [Vulcanismo e Vulcões - Generalidades](#)), o qual se encerra com a abertura do Atlântico Sul e ruptura do [Gondwana](#), fragmentação esta gerada pela atuação da Pluma Mantélica de Tristão da Cunha, “motor” que mobilizou a separação dos continentes.

O contato entre as areias do deserto Botucatu e os derrames de [lavas](#) do Serra Geral, em função da natureza distinta dessas rochas, configura uma não conformidade de ambientes geológicos, deserto vs vulcânico, mas mesmo assim existe uma relação transicional entre estes, dada a alternância entre estes ambientes, mantida durante um certo intervalo de tempo, entre o campo de dunas eólicas e os derrames de lavas. Esta transição estende-se até o total soterramento das areias pelas lavas, impedindo a manutenção e desenvolvimento do regime desértico após os primeiros eventos eruptivos.

Em diversas regiões, como em Santa Cruz-RS, pode-se observar a morfologia das dunas ainda perfeitamente preservadas, sendo recobertas progressivamente por vários fluxos extrusivos, assim como a presença de corpos eólicos lenticulares intercalados nos derrames inferiores da seção Serra Geral, materializando esta interdigitação basalto/[arenito](#), elemento ilustrativo da coexistência temporal de ambos os sistemas. Esses elementos também constituem um importante critério cronológico para o estabelecimento da idade mínima do deserto de Botucatu; cuja idade mais jovem é a mesma da implantação do magmatismo Serra Geral (138 Ma).

2.1. Substrato da Bacia - Domínio Dom Feliciano

A entidade geológica conhecida como Bacia do Paraná-Etendeka está estabelecida sobre um domínio de rochas de idade Neoproterozóica (650 a 540 Ma), composto por uma grande área de composição **granito**-gnáissica denominada como Província Mantiqueira, a qual estende-se ao longo da costa brasileira, desde o sul da Bahia até o Uruguai. Na porção sudeste desta Província, correspondendo ao Rio Grande do Sul e Santa Catarina, ocorre um grande **batólito** de rochas graníticas multintrusivas e polifásicas, denominadas como Cinturão Dom Feliciano, que correspondem às rochas mais antigas da costa leste da bacia.

O Cinturão Dom Feliciano está constituído por rochas granito-gnáissicas deformadas, granitóides porfiríticos deformados, granitóides com foliação milonítica, e intrusões isótropas de composição monzo a sienogranítica, constituindo múltiplos eventos magmáticos de colocação meso a epizonal, até rochas subvulcânicas do Neoproterozóico, correspondendo a um intervalo de tempo entre 750 a 520 Ma.



Rochas granitóides do Complexo Dom Feliciano cortadas por diques da Formação Serra Geral.

[◀ página anterior](#)

[voltar ao Sumário](#)

[próxima página ▶](#)

2.2. Formação Botucatu

O deserto Botucatu, presente na porção sul da Bacia do Paraná, está constituído por depósitos de areia eólicas formando **sets** e **cosets** de estratos cruzados. Localmente ocorrem depósitos de conglomerados e **arenitos** conglomeráticos relacionados a presença de correntes efêmeras de drenagem. Litologicamente, predominam dunas de areias ortoquartzíticas, contendo **estratificações cruzadas** de grande porte e zonas de deflação interdunas. A espessura nesta porção SE da bacia varia entre zonas de não deposição a horizontes com 100 metros de espessura. Após o início do vulcanismo, encontram-se finos (<15 m) e descontínuos (<1 km) depósitos intercalados com os fluxos de lavas do [Serra Geral](#).

A ruptura e separação do **Gondwana** durante o **Cretáceo** Inferior foram acompanhadas por um expressivo evento vulcânico, o qual recobriu com lavas a porção centro-sul da América do Sul e o noroeste da Namíbia. Um extensivo magmatismo ao longo das margens recém criadas gerou, entre outras feições, o Platô de Abutment e as cadeias vulcânicas de Walvis Ridge e Rio Grande ([Gladczenko et al., 1997](#)), as quais constituem o traço fóssil da migração dos “fragmentos” do Continente Gondwanico. Este evento, responsável pela geração da Província Paraná - Etendeka, uma das maiores províncias vulcânicas de **basaltos** de platô (LIPs) do planeta, está relacionado no tempo e espaço com a fragmentação do oeste gondwanico e, mais especificamente, com a geração e extração de **magmas** relacionado a dinâmica mantélica da pluma de Tristão da Cunha ([Hawkesworth et al., 1992](#); [O'Connor e Duncan, 1990](#); [Gallagher e Hawkesworth, 1994](#)).



Pedreira de arenito com exploração de lajes para pisos.

[◀ página anterior](#)

[voltar ao Sumário](#)

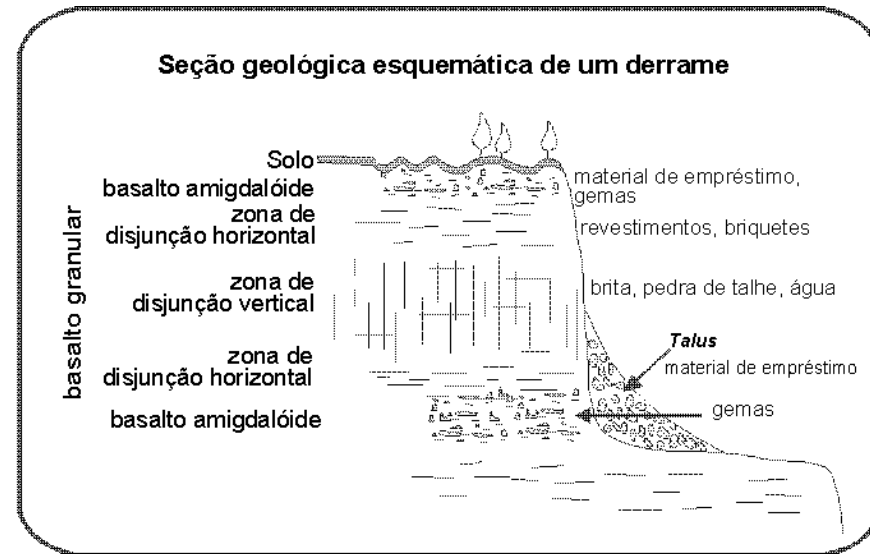
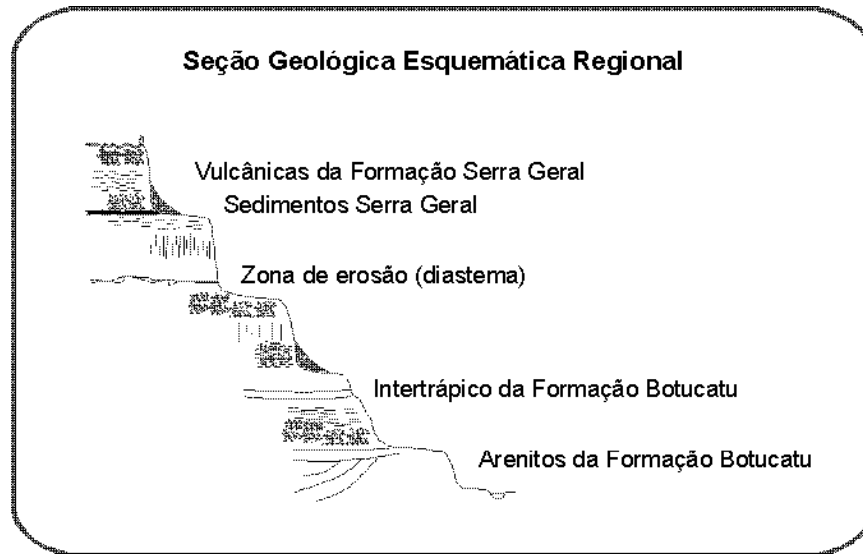
[próxima página ▶](#)

2.3. Formação Serra Geral

A designação de Formação Serra Geral (White, 1906), refere-se à província magmática relacionada aos derrames e intrusivas que recobrem $1,2 \times 10^6$ km² da Bacia do Paraná, (Melfi *et al.*, 1988), abrangendo toda a região centro-sul do Brasil e estendendo-se ao longo das fronteiras do Paraguai, Uruguai e Argentina. Esta unidade está constituída predominantemente por basaltos e basalto-andesitos de filiação toleítica, os quais contrastam com riolitos e riodacitos aflorantes na região dos Aparados da Serra, um dos enfoques desta excursão, e que caracterizam uma associação litológica bimodal (basalto - riolito).

O sistema de derrames em platô é alimentado através de uma intensa atividade intrusiva, normalmente representada por diques (afloramento 02) e sills (afloramento 01) que acompanham, grosseiramente, as principais descontinuidades estruturais da bacia. Esta estruturação tectônica esta diretamente conectada à junção tríplice gerada pela ação do hot spot de Tristão da Cunha, o qual estabelece um sistema do tipo rift-rift-rift (Morgan, 1971 e Rezende, 1972). Este sistema de fraturamentos, complementares ao rift Atlântico, é o responsável pela abertura, fragmentação e espalhamento dos “fragmentos” gondwânicos e separação das bacias do Paraná e Etendeka.

As variações composicionais, os dados geocronológicos, as características texturais e o arranjo entre derrames e intrusivas da bacia, possibilitaram a divisão deste magmatismo Serra Geral em oito fácies distintas, cinco relacionadas ao magmatismo máfico (fácies Gramado, Paranapanema, Pitanga, Esmeralda, Campo Erê e Lomba Grande) e quatro ao magmatismo intermediário a félsico (fácies Palmas, Chapecó, Várzea do Cedro e Alegrete). Deste conjunto, abordaremos as fácies Lomba Grande, Gramado, Palmas e Várzea do Cedro e a sedimentação relacionada ao Serra Geral.



Para ver mais sobre vulcões

[◀ página anterior](#)

[voltar ao Sumário](#)

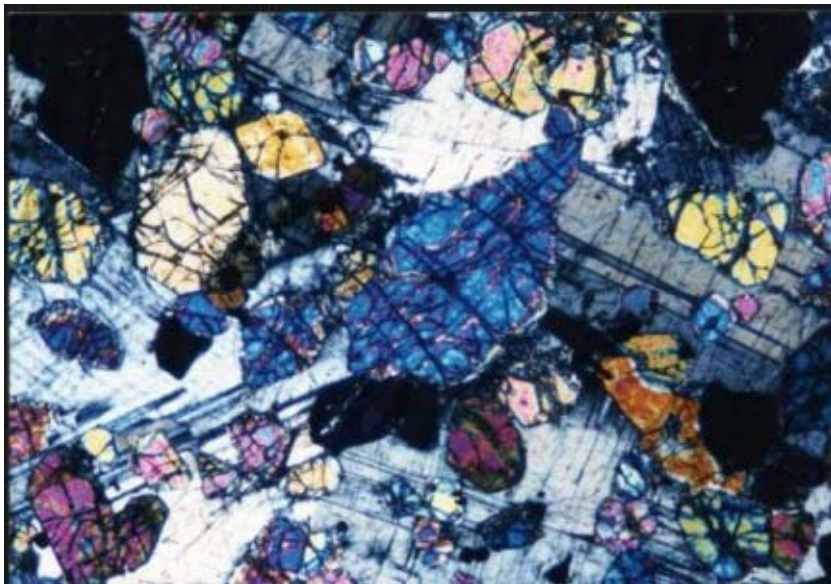
[próxima página ▶](#)

2.3.1. Fácies Lomba Grande

Apesar desta **fácies** ocorrer próximo à cidade de Porto Alegre, onde todas as litologias estão associadas a horizontes de **lavas** designados como Fácies Gramado, e de ter uma pequena expressão em mapa, estas rochas levam uma designação particular. Esta divisão deve-se ao fato de serem predominantemente intrusivas, de apresentarem uma composição litoquímica particular em relação a todo o restante da bacia, e pelas características petrológicas únicas. Estas litologias ocorrem na forma de **sills** com espessuras que variam entre algumas centenas de metros (440 metros na pedreira de Lomba Grande) a umas poucas dezenas, como no furo TG-162 (25 metros), sendo comuns as intrusões com espessuras ao entorno de 100 metros. Estas intrusões são detectadas em todos os níveis estratigráficos, ocorrendo a intrusão de **sills** nas formações Rio Bonito, Palermo, Irati e Teresina. Estes **sills** são identificados nos perfis de sondagens executadas para carvão na região de Lomba Grande, Morungava e Gravataí.



Assinalado em amarelo o contato entre duas fases intrusivas do sill de Lomba Grande.



Fotomicrografia de um olivina-gabro, litologia dominante desta fácies.

Os corpos intrusivos destacam-se por serem constituídos predominantemente por **gabros** granulares médios a grossos, cinza escuro a cinza amarronado, contendo bordas de contato **quench** com **textura** microfanerítica a afanítica. Destacam-se composições ricas em olivinas variando entre olivina gabros, websteritos e dunitos, até termos leucocráticos predominantemente leucogabros e anortositos. Diferenciam-se de todos os outros níveis intrusivos relacionados ao Magmatismo Serra Geral por serem o único litótipo básico que apresenta composições **picricas**, com teores de MgO variando entre 4 a 27%, baixos teores em TiO₂, alto Cr (625 ppm) e Ni (405 ppm), correspondendo a presença dos representantes magmáticos mais primitivos de toda a bacia.

2.3.2. Fácies Gramado

Esta **fácies** tem sua área tipo ao longo da escarpa sul da Serra Geral, e refere-se a um conjunto de derrames com espessura máxima em torno de 300 metros que representam as primeiras manifestações vulcânicas sobre os sedimentos arenosos do então [deserto Botucatu](#). Estes primeiros eventos eruptivos possuem pequena expressão lateral, por estarem confinados a paleovales e a espaços interdúnicos existentes. Após o encerramento do aporte de areias do Botucatu, inicia-se um período francamente vulcânico, onde o relevo está condicionado ao arranjo formado pela coalescência entre derrames, que encerraram o preenchimento da bacia.



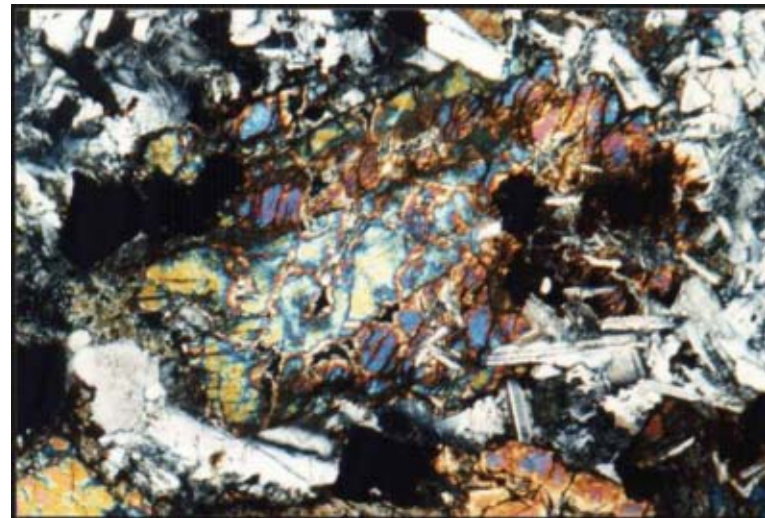
Conjunto de três derrames de pequena espessura (<1 m), onde o topo pode ser identificado por uma seqüência de vezículas mili a centimétricas distribuídas em horizonte alinhados em relação ao topo, e a presença de vezículas do tipo pipe posicionadas na base, servindo como indicadores geopetais para identificação de direções de fluxo.

As rochas que compõem esta fácies são derrames de **basaltos** maciços com espessuras entre 15 a 35 metros, freqüentes **texturas** de fluxo, zonas vesiculares bem desenvolvidas no topo (foto) e incipientes na base, e uma porção central formada por rocha granular homogênea, com **disjunção** colunar bem desenvolvida, textura microfanerítica, compacta e de coloração cinza-escuro a cinza-esverdeado. São comuns as zonas vesiculares pouco desenvolvidas na base e espessas de topo, preenchidas especialmente por zeolitas, carbonatos e apofilitas.

No roteiro descrito, foram destacados os pontos de número [02](#) e [19](#) com afloramentos de rochas desta fácies.



Frete de derrame desenvolvendo estruturas de fluxo em basaltos, definida pelo vergamento das dijunções colunares.



Fotomicrografia de uma amostra da fácies gramado, onde se identifica o par de clinopiroxênios augita-pigeonita, característico dos basaltos baixo titânio.

2.3.3. Fácies Palmas

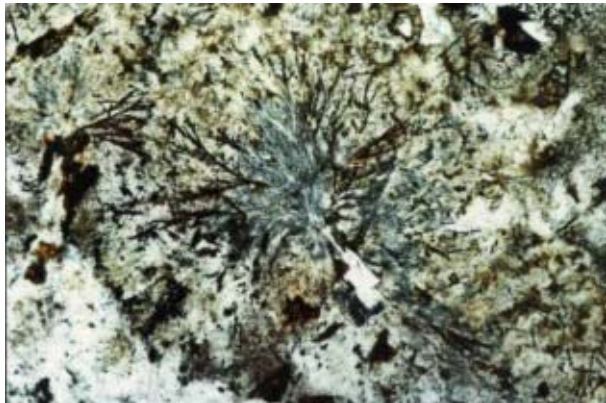
Esta **fácies** apresenta características distintivas marcantes, apresentando os derrames mais espessos de todo o conjunto vulcânico Serra Geral, podendo alcançar espessuras de 80 metros por derrame. Apresentam um contato basal com **disjunção** tabular incipiente e irregular, uma porção central bem desenvolvida e maciça com disjunção colunar difusa, e uma porção de topo espessa e com disjunção tabular extremamente bem desenvolvida.



Estrutura de fluxo definido por bandas de diferentes cores (cinza claro, cinza escuro e avermelhado), em lavas ácidas com alta viscosidade.

Na área tipo, na Estrada do Sol, as **lavas** tipo Palmas assentam diretamente sobre os **basaltos** tipo **Gramado**, sendo que o contato entre estas se dá por uma zona de erosão responsável pela geração de espessos depósitos de **sedimentos vulcanogênicos**, e de um paleorelevo formado por canais fluviais escavados sobre horizontes de conglomerados e platôs, revelando a existência de hiatos temporais na transição entre estes dois tipos de magmatismo.

Os derrames são de composição predominantemente **ácida** (riodacitos), compondo rochas mesocráticas cinza claro a esbranquiçado, microfaneríticas, com dominância de uma matriz vítrea onde se encontram imersos cristálitos de feldspatos e clinopiroxênio. Processos de devitificação geram arranjos esferulíticos que emprestam um aspecto mosqueado



Fotomicrografia da textura esferulítica, composta pelo intercrescimento entre cristálitos de feldspato, quartzo e ilmenita, arranjado na matriz vítrea totalmente recristalizada.



Aspecto “sal e pimenta” típico desta fácies, e que empresta o nome Carijó para as lavas ácidas desta unidade. Esta característica é definida pela presença de estruturas esferulíticas.



Pedreira aberta na fácies Palmas onde se destaca a espessura de um único derrame, a característica homogênea e o aspecto maciço do derrame.

às rochas, conhecido como **textura sal-e-pimenta**, típica desta fácies.

O intenso fraturamento horizontal de topo de derrame permite a exploração de lajes de basalto, muito utilizadas como material de revestimento, piso e calçamento. (vide seção [Potencial Mineral](#))

Vide pontos [03](#), [06](#) e [12](#) do roteiro.

[◀ unidade anterior](#)

[voltar ao Sumário](#)

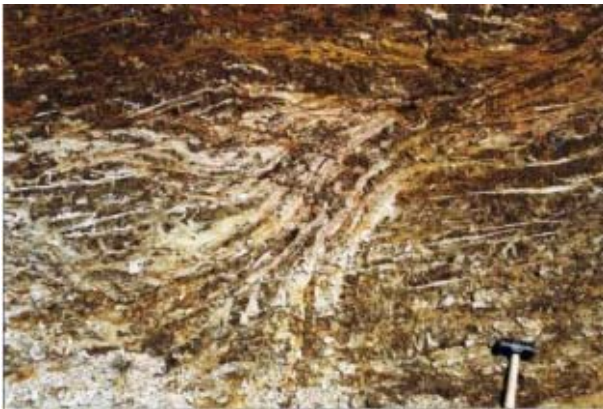
[próxima unidade ▶](#)

2.3.4. Fácies Várzea do Cedro

Esta **fácies** caracteriza-se por derrames finos, de pequena extensão, compostos essencialmente por **lavas** vítreas, de cor preta, brilho graxo, aspecto resinoso, característicos de um **pitchstone**, designados como Várzea do Cedro. Em campo, destacam-se por desenvolver solos muito pobres, pedregosos, formando alinhamentos de cristas com aspecto ruiforme.



Detalhe de zona de topo em derrame do tipo *pitchstone*, contendo pequenas vezículas normalmente preenchidas por ágata e amarradas pelo fluxo.



Truncamento de estruturas de fluxo em lavas com alta viscosidade.

[◀ unidade anterior](#)

Litologicamente, destacam-se as características relacionadas às rochas vítreas, como o fraturamento conchoidal formando **textura** perlítica, por vezes nucleada em arranjos microglomeroporfíricos de feldspatos, clinopiroxênios do tipo pigeonita e opacos. As zonas vesiculares são pouco desenvolvidas, normalmente contendo **geodos** centimétricos com formas elípticas, preenchidos por quartzo leitoso e/ou ágata zonada.

Quimicamente correspondem aos termos mais ácidos do vulcanismo, assim como a **Fácies Palmas**, caracterizando um **magma** de mais baixa temperatura, maior **viscosidade**, o que leva ao desenvolvimento de texturas de fluxo laminar heterogêneo e **autobrechas**, próprios de um sistema **quench** de cristalização.

No roteiro, estas rochas acham-se descritas no [ponto 10](#).

[voltar ao Sumário](#)



Fotomicrografia onde se destaca uma matriz essencialmente vítrea, onde encontram-se imersos cristallitos de feldspatos, pigeonita e ilmenita.



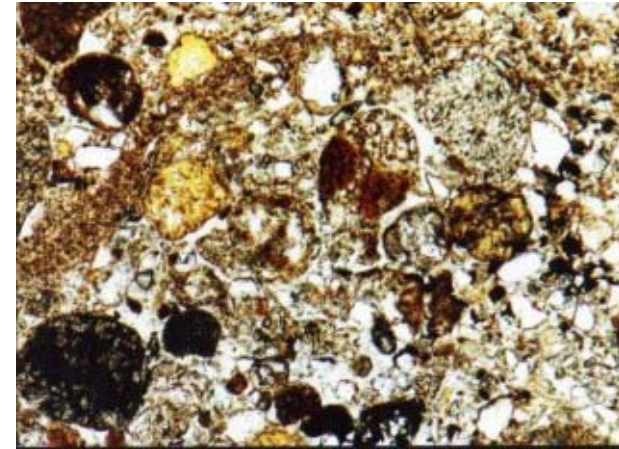
Padrão anastomosado de fraturamento relacionado ao rompimento da massa do derrame ocorrido durante o fluxo.

[próxima unidade ▶](#)

2.3.5. Sedimentação Serra Geral

Apesar do inquestionável encerramento do sistema eólico após os primeiros derrames de lava relacionados à **Fácies Gramado**, identificam-se horizontes sedimentares métricos a decamétricos intercalados com lavas das porções superiores da pilha vulcânica, caracterizando uma **sedimentação vulcanogênica** contemporânea ao magmatismo e desvinculada do sistema desértico encerrado.

Os horizontes sedimentares ocupam irregularidades paleotopográficas geradas pela erosão da superfície dos derrames, desenvolvendo formas de canais, rugosidades e horizontes de **paleosolo**, com espessuras que variam entre 0,5 a cerca de 25 metros de espessura. Litologicamente são **arenitos** finos e siltitos avermelhados, que conformam finas camadas intercaladas a níveis conglomeráticos. Os litoclastos são arredondados, constituídos por fragmentos de **basaltos** e/ou vidros vulcânicos, normalmente vesiculares e imersos em matriz fração areia. Variam entre 0,5 a 10 cm de diâmetro e desenvolvem um incipiente acamadamento gradacional, localmente com **estratificação cruzada** de pequeno porte. Estes **sedimentos vulcanogênicos** estão relacionados a depósitos de leques aluviais e fluviais e variam sua posição entre espessuras de lava de 350 e 1400 metros. Estes horizontes de não vulcanismo podem auxiliar na interpretação do intervalo de tempo que separa sucessivos fluxos, na estimativa de duração do evento vulcânico, como suporte para dados geocronológicos e na definição da estratigrafia do magmatismo, além de materializar hiatos significativos ocorridos durante tal evento.



Fotomicrografia de um sedimento vulcanogênico, onde se identifica a presença de fragmentos arredondados basalto como um dos constituintes principais.



Corte de estrada mostrando uma superfície de paleorrelevo entalhada sobre sedimentos vulcanogênicos Serra Geral. Destaca-se o detalhe da disjunção desenvolvida ao longo das bordas do paleocanal e o contato por falha no extremo esquerdo da foto, e o desenvolvimento de um horizonte de solo logo abaixo do limite das lavas de topo.

[◀ unidade anterior](#)

[voltar ao Sumário](#)

[próxima unidade ▶](#)

3. Rochas Sedimentares Gondwânicas Indiferenciadas

A presença de carvão mineral nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, associado à rochas da Bacia do Paraná, despertou já no século XVIII a atenção de pesquisadores como WHITE, que em 1908 publicou o importante e conhecido [Relatório White](#), onde descreve a estratigrafia gondwânica presente na Serra do Rio do Rasto, SC (vide Coluna White - Excursão Virtual pela Serra do Rio do Rasto em www.cprm.gov.br/coluna/index.html), que até hoje baliza a estratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná. Desde então esta **bacia sedimentar** tem sido alvo de importantes trabalhos estratigráficos e geoeconômicos.

A seqüência basal e intermediária deste pacote é constituída pelo Grupo Itararé, Grupo Guatá e Grupo Passa Dois, de idade paleozóica, e a parte superior pelo Grupo São Bento, de idade **mesozóica**. O carvão mineral encontra-se associado com rochas do Grupo Guatá (Formação Rio Bonito).

A sucessão litoestratigráfica nestes três grupos representa o registro da **deposição terrígena clástica** e química da bacia desde o Neocarbonífero até o Neopermiano. Esta deposição ocorreu inicialmente sob a influência glacial (Grupo Itararé - Formação Rio do Sul), passando por um aporte de sedimentos ligados a leques aluviais, leques deltaicos, depósitos flúvio-deltaicos e planície costeira (Grupo Guatá - Formação Rio Bonito), evoluindo a seguir para um ambiente marinho raso (Grupo Guatá - Formação Palermo) e posteriormente para ambiente marinhos restrito (Grupo Passa Dois - Formação Iratí). Na seqüência, as condições marinhas tornaram-se mais profundas (Grupo Passa Dois - Formação Teresina) para posteriormente implantarem-se as condições iniciais da continentalização da bacia, através de seu preenchimento com depósitos flúvio-deltaicos (Grupo Passa Dois - Formação Rio do Rasto e Formação Pirambóia), sob condições climáticas oxidantes. O fechamento da sedimentação da bacia foi concluído com a implantação, no Mesozóico, de um imenso deserto (Grupo São Bento - Formação Botucatu), o qual precedeu o extravasamento do magmatismo Serra Geral e abertura do Oceano Atlântico com a fragmentação do supercontinente **Gondwana**.

Na área representada em nosso mapa geológico, a seqüência está representada principalmente por **arenitos** das formações Rio do Rasto e Pirambóia, mas é historicamente significativa a ocorrência de carvão mineral da Formação Rio Bonito nas proximidades de Gravataí.



Mineração de camadas de carvão na Formação Rio Bonito em Santa Catarina (foto de Aboarrage & Lopes em www.cprm.gov.br/coluna/riobonito3.html).

[◀ unidade anterior](#)

[voltar ao Sumário](#)

[próxima unidade ▶](#)

4. Sedimentos Tércio-Quaternários - Planície Costeira

A Planície Costeira é uma extensa área de terras baixas e planas, situada ao longo do litoral, possuindo 620 km de comprimento e cerca de 100 km de largura. Sua formação remonta ao **Cretáceo** Inferior, época de abertura do Oceano Atlântico e nela encontra-se preservado o mais completo registro do **Cenozóico** dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina



Ilustração a partir de imagem da região dos Aparados da Serra onde se define a linha de cumeeira dos contrafortes e os Campos de Cima da Serra, os morros testemunhos deixados pelo processo de regressão da escarpa, e os sedimentos da planície costeira atapetando o fundo.

Dois sistemas deposicionais são os responsáveis pela formação de todo o pacote sedimentar que constitui a Planície Costeira:

- **Sistema de Leques Aluviais**- que cobre boa parte da região oeste da planície, próximo às terras altas representadas pelas litologias do embasamento cristalino. São formados por leques **proximais** e **distais** ligados à erosão hídrica, sob clima semi-árido das unidades pré-cambrianas que predominavam nesta região.

- **Sistema de Laguna-Barreira** - que ocupa a parte central e leste da planície, incluindo a atual linha de costa, sendo constituído por um conjunto de quatro ciclos transgresso-regressivos ocorridos durante o **Quaternário**.



Paisagem típica da Planície Costeira no Rio Grande do Sul e no sul de Santa Catarina.

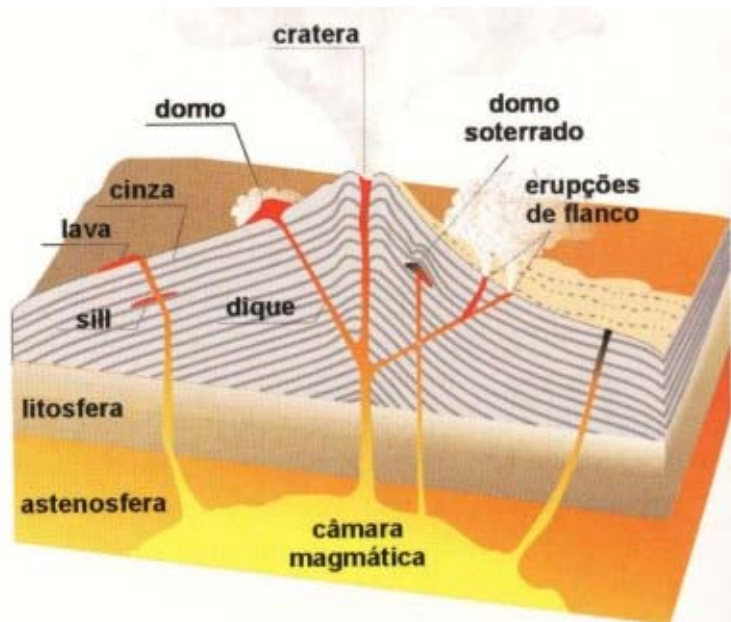
[◀ unidade anterior](#)

[voltar ao Sumário ▶](#)

Vulcanismo e Vulcões - Generalidades

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Leinz (1963), “o termo vulcanismo aborda todos os processos e eventos que permitam, e provoquem, a ascensão de material magmático juvenil do interior da terra à superfície”. Os magmas são definidos como substâncias naturais, constituídas por diferentes proporções de líquidos, cristais e gases, cuja natureza depende de suas propriedades químicas, físicas, físicas e do ambiente geológico envolvido. Atualmente, classificam-se como magmas primários quando estes representam o líquido inicial obtido imediatamente à fusão da fonte, e parentais, quando representam o líquido primário já modificado por mecanismos de diferenciação.



Magmas provenientes da câmara magmática podem se depositar de diferentes formas, dando origem aos derrames de lavas, “sill”, diques e domos (Teixeira, 2000).

Magmas primários provêm de câmaras magmáticas posicionadas a profundidades da fonte que normalmente oscilam entre os 50 a 100 km, onde ocorrem concentrações de calor, fusões e fluxo de voláteis, condições estas que levam ao aumento da pressão necessária à subida do magma através de condutos, que por sua vez levam à formação dos vulcões.



Vulcão El Misti - Peru, característico extrato-vulcão, composto por uma sucessão de camadas de rochas piroclásticas e lavas estruturando o cone vulcânico (www.volcano.si.edu/gvp/world/volcano.cfm?vnum=1504-01).

Historicamente, os processos responsáveis pelo vulcanismo foram atribuídos a diferentes causas; Platão (427-347 a.C.) suspeitava da existência de uma corrente de fogo no interior da terra como fonte causadora dos vulcões. Poseidônio (século II a.C.) acreditava que o ar comprimido em cavernas subterrâneas seria a causa do fenômeno, e durante a Idade Média, relacionava-se o fogo eterno do inferno com as profundezas da crosta terrestre. No início do século XIX ficou definitivamente estabelecido que os vulcões são formados quer pelo acúmulo externo de material juvenil, quer pelo soerguimento das camadas pré-existentes por forças do interior da terra. A. Geike em 1897 postulava a possibilidade da ascensão ativa de material magmático ao longo da crosta, podendo, neste processo, formar um conduto vulcânico explosivo. Em 1902/03, houve a explosão do Mont Pelée, Martinica, formando um enorme cone vulcânico, o que confirmou a veracidade da proposta de Geike.

Os vulcões são responsáveis pela liberação de magmas acima da superfície terrestre e funcionam como válvula de escape para magmas e gases existentes nas camadas inferiores

◀ voltar

próxima página ▶

2. POSICIONAMENTO TECTÔNICO DOS VULCÕES

A crosta terrestre é formada por **Placas Tectônicas** de composições distintas, que estão constantemente em movimento, produzindo instabilidades na crosta e grande atividade vulcânica. Os diferentes limites entre estas placas geram processos tectônicos distintos, cada um responsável por um processo vulcânico, que por sua vez demarcam os grandes acidentes da litosfera. A localização destas linhas de vulcões é classificada em função dos movimentos gerados pelo deslocamento destas placas, e baseado neste contexto de placas tectônicas, **Wilson (1989)** definiu quatro regiões distintas para a geração de magmas:

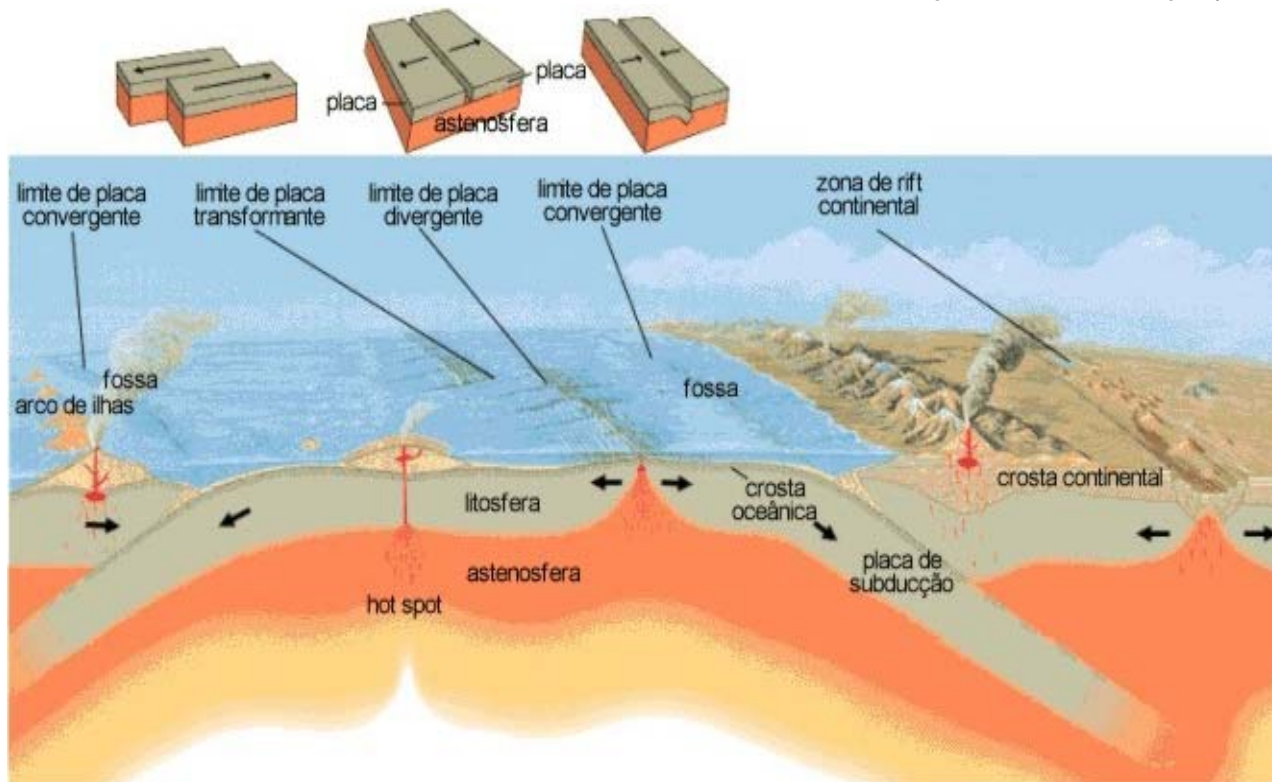


Figura mostrando esquematicamente as diferentes situações de choques entre as placas convergente-divergente e a localização dos "rifts" (adaptado de pubs.usgs.gov/publications/text/Vigil.html)

- A - Margens de Placas Destrutivas (Placas Convergentes)
- B - Margens de Placas Construtivas (Placas Divergentes)
- C - Vulcanismo Intraplaca Continental
- D - Vulcanismo Intraplaca Oceânica

Na figura identifica-se o diferente posicionamento tectônico dos vulcões onde, **a)** no canto esquerdo temos a linha de sutura entre duas placas oceânicas (placas convergentes), gerando um sistema de ilhas vulcânicas como o existente no Japão; **b)** na frente, temos vulcões gerados sobre um **hot spot** (anomalia térmica da crosta), a exemplo do arquipélago havaiano; **c)** no centro, temos o limite entre placas oceânicas divergentes, responsável por um vulcanismo fissural como onde está posicionada a Islândia, única região onde aflora a cadeia meso-atlântica; **d)** no lado direito, observa-se a placa oceânica em subducção sob a placa continental (placas convergentes), gerando vulcanismo do tipo Andino; **e)** e ainda no canto direito, observa-se o vulcanismo associado a sistema de **rifts** (Intraplaca continental), como o que ocorre no rift africano, onde podemos observar situação de ruptura entre as placas continentais.

Para maiores detalhes sobre a relação vulcanismo e **tectônica de placas** acesse o site indicado junto à figura.

O vulcanismo fissural responsável pelo Magmatismo **Serra Geral**, Bacia do Paraná, é considerado como um dos maiores conjuntos de derrames continentais do planeta, e está condicionado a uma situação de **rift** Intraplaca Continental gerada pela atuação de uma pluma de manto (Tristão da Cunha).

◀ [página anterior](#)

[voltar](#)

[próxima página](#) ▶

2.1 VULCANISMO ASSOCIADO A MARGEM DE PLACAS DESTRUTIVAS

Este vulcanismo é decorrente do choque entre duas **placas tectônicas**, onde uma placa de maior densidade, normalmente a fração oceânica, é empurrada para baixo de uma zona continental, levando à fusão e à geração de magmas híbridos (mistura entre as composições do continente e do oceano), que chegam à superfície sob a forma de extensos vulcões, como a cordilheira andina. Estas placas destrutivas podem ser de duas naturezas:



Ilustração adaptada de pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html

- a - Placas Oceânicas
- b - Placas Continentais

O choque pode ser entre uma *placa oceânica* e uma *continental*, entre duas *placas oceânicas*, ou entre duas *placas continentais*, gerando diferentes situações de vulcanismo e tipos de magma..

2.1.1 Vulcanismo Associado ao Choque de Placa Oceânica vs Placa Continental

Corresponde às faixas onde ocorre a subducção da litosfera oceânica por sob a crosta continental em direção ao manto, sendo a região responsável pelos mais significativos fenômenos tectônicos expressos pela **tectônica de placas** atual. O exemplo característico deste tipo de vulcanismo acha-se nos vulcões andinos.

No bloco diagrama pode-se observar a subducção da placa oceânica, à esquerda, sob a placa continental, à direita. A placa oceânica se funde juntamente com uma cunha de sedimentos e porções do continente sobreposto, gerando magmas com características próprias que ao extravasar geram séries de vulcões que se alinham ao longo de toda a costa do pacífico, desde o sul do Chile até o Alaska.

Exemplos de vulcões associados ao choque de Placa Oceânica vs Placa Continental

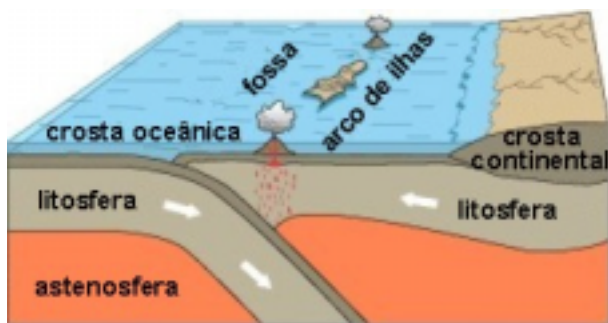


Vulcão Láscar - Chile
geocities.yahoo.com.br/vulcoes/F12.htm



No topo da Cordilheira dos Andes, no Deserto de Atacama, um dos conjuntos de vulcões da região.

2.1.2 Vulcanismo Associado ao Choque de Placa Oceânica vs Placa Oceânica



convergência oceânica-oceânica

(pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html)

Na situação geológico-geográfica em que duas placas oceânicas convergem e se chocam, a feição característica resultante é a construção de um arco de ilhas oceânicas, ao longo de um eixo normalmente curvo, as quais formam um *front* vulcânico. Alguns exemplos de arcos podem ser exemplificados, como o Arco das Marianas, na placa do Pacífico e o Arco das Aleutas, o qual distribui-se por aproximadamente 3.800 km, indo de Kanchatka ao Alaska e contendo cerca de 80 centros vulcânicos ativos. Os maiores sistemas de arcos de ilhas ocorrem ao longo do Oceano Pacífico, Oceano Atlântico e Indonésia, destacando-se os da Nova Guiné, Marianas-Izu, Ilhas Salomão, Antilhas Menores, Sunda-Bando, Ryuku e as Aleutas.

No bloco diagrama pode-se visualizar a placa oceânica, à esquerda da figura, migrando sob outra placa oceânica situada à direita, resultando num arco de ilhas vulcânicas.

Exemplos de vulcões associados a Placas Destrutivas

(Placa Oceânica vs Placa Oceânica)



Vulcão Semeru - Indonésia - Java

www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=0603-30



Vulcão Nishino-shima - Japão

www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=0804-092



Vista aérea de Toquio, com o Monte Fuji a oeste (foto em [International Workshop, 2002](#)), ponto de junção tríplice das placas Eurásia, Mar das Filipinas e Norte-Americana.

2.1.3 Choque de Placa Continental vs Placa Continental



onde se destaca o Himalaia com uma altitude de 8.854 m.

Quando duas placas continentais convergem e se chocam, o resultado é a formação de grandes cadeias de montanhas. Por possuírem densidade semelhante, a subdução de uma placa em relação à outra é dificultada, adotando um comportamento semelhante a dois gigantes icebergs que se chocam.

A cadeia dos Himalaias representa um dos exemplos mais espetaculares deste regime de **tectônica de placas**. Esta cadeia de montanhas é o resultado da colisão entre a Índia e a Ásia, ocorrida a 50 milhões de anos atrás. Após a colisão, a contínua convergência entre estas duas massas continentais deu origem ao Platô Tibetano a uma altitude média de 4.600 m

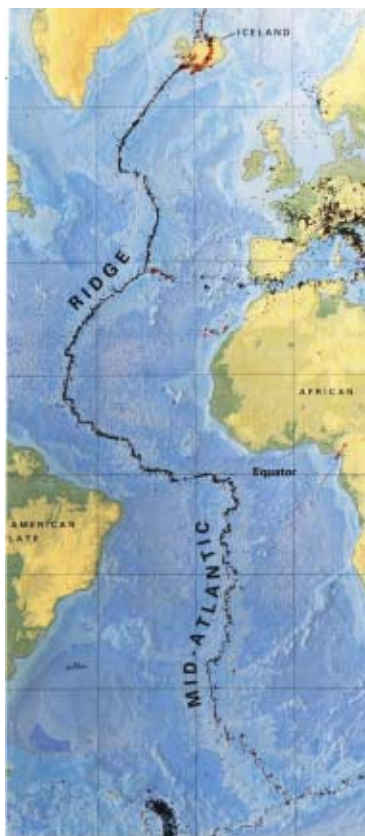


No bloco-diagrama observa-se a placa continental à esquerda, chocando-se contra outra placa continental à direita, em um movimento convergente que leva a ascensão ao longo da zona de contato. O choque origina cadeias de montanhas na placa continental situada à direita na figura. O choque da Placa da Índia contra a Placa Eurásia originou a cadeia de montanhas do Himalaia, como indicado na ilustração (pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html).



Acima e ao lado, imagens de montanhas da Cordilheira do Himalaia (www.himalayas.dk/photos/ph_index.html). Não existe vulcanismo ativo nesta cordilheira.

2.2 VULCANISMO ASSOCIADO A PLACAS CONSTRUTIVAS



Localização da Cadeia Meso-Atlântica
pubs.usgs.gov/publications/text/ridge.html

Quando as **placas tectônicas** migram em sentidos opostos, ou seja, apresentam um sentido de movimentação divergente, ao longo da zona de separação entre estas placas gera-se uma imensa fenda através da qual o magma migra em direção à superfície. O fundo dos oceanos é a situação típica deste tipo de vulcanismo, onde após milhares de anos de contínuas movimentações associadas à atividade vulcânica, origina-se uma cadeia de montanhas denominada como cordilheira meso-oceânica. A taxa de espalhamento ao longo da Cordilheira Meso-Atlântica varia entre 2,5 a 7,0 cm ao ano, ou 25 a 70 km em um milhão de anos, o que para os padrões humanos parece ser muito lento, mas durante os últimos 130 milhões de anos levou à formação do Oceano Atlântico. Estas montanhas submarinas são construídas pelo empilhamento de **lavas** de 1.000 a 3.000 metros de espessura, em relação ao assoalho oceânico, estendendo-se por mais de 60.000 km. Uma das poucas exposições terrestre desta estrutura é representada pela Islândia, posicionada sobre o centro de espalhamento entre as placas da América do Norte e da Eurásia.

Na figura observa-se que a Placa Norte Americana afasta-se da Eurásia, formando entre elas uma enorme fenda onde se instalou o vulcanismo que originou a Cadeia Meso-Atlântica.

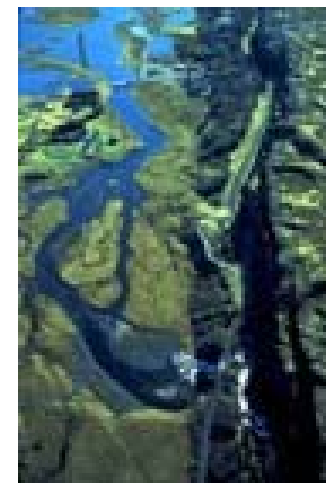
Exemplo de vulcões associados a Placas Construtivas



Vulcão Krafla - Islândia (1980)
<http://pubs.usgs.gov/publications/text/Krafla.html>

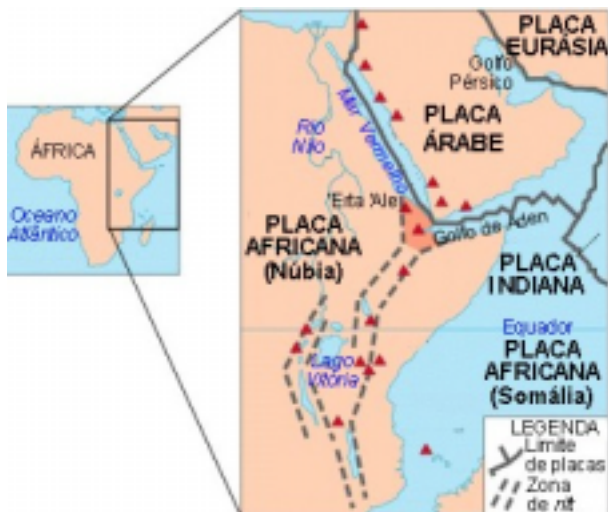


Localização da Cadeia Meso-Atlântica na Islândia - Placas Divergentes
<http://pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html>



Zona de fissura de Thingvellir - Islândia
pubs.usgs.gov/publications/text/Thingvellir.html

2.3 VULCANISMO ASSOCIADO A INTRAPLACA CONTINENTAL



Localização do Rift do Leste Africano - Placas Divergentes
http://pubs.usgs.gov/publications/text/East_Africa.html

Grande parte da atividade vulcânica atual concentra-se ao longo das margens das **placas tectônicas**, seja ao longo das bordas destrutivas, seja nas construtivas. Entretanto, o vulcanismo também está presente no interior das placas, tanto continentais quanto oceânicas. Este vulcanismo se expressa de duas formas especiais:

- a - Zonas de *Rifts* Continentais;
- b - Províncias de Extrusão Continentais do Tipo Platô.

2.3.1 Zonas de *Rifts* Continentais

As zonas de *rifts* caracterizam-se por serem áreas com uma depressão central, flancos soerguidos e adelgaçamento crustal subjacente. Fluxos geotermais, zonas de soergimento crustal e eventos vulcânicos estão normalmente associados a estes ambientes. O leste do continente Africano é um exemplo típico deste tipo de modificação crustal, onde está ocorrendo a abertura do Mar Vermelho, a criação do Golfo de Éden e o estabelecimento de uma zona de extensão ao longo da Placa Africana (Núbia). Entender os processos de geração de *rifts* continentais, os quais precedem a formação de novos oceanos, é de grande importância para o conhecimento de como se dá a transição entre um continente e um *rift* oceânico. Esta região possibilita assim que os cientistas conheçam os mesmos processos que foram responsáveis pela abertura do Atlântico, ocorrida a 120 milhões de anos atrás. Os geólogos acreditam que, em alguns milhares de anos, existirão três novas placas tectônicas posicionadas no canto NE do atual continente africano.

Os vulcões associados ao *rift* do Leste Africano, posicionados fundamentalmente no Kenya e Etiópia, são exemplos característicos da atividade vulcânica intraplaca continental.

Exemplos de vulcões associados a intraplaca continental ligados a *rift*



Vulcão Borawli - Etiópia
www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=0201-107



Vulcão Erta Ale - Etiópia
http://pubs.usgs.gov/publications/text/Erta_Ale.html



Vulcão Oldoinyo Lengai - Rift Leste Africano
<http://pubs.usgs.gov/publications/text/Oldoinyo.html>

2.3.2 Províncias de Extrusões Continentais do Tipo Platô

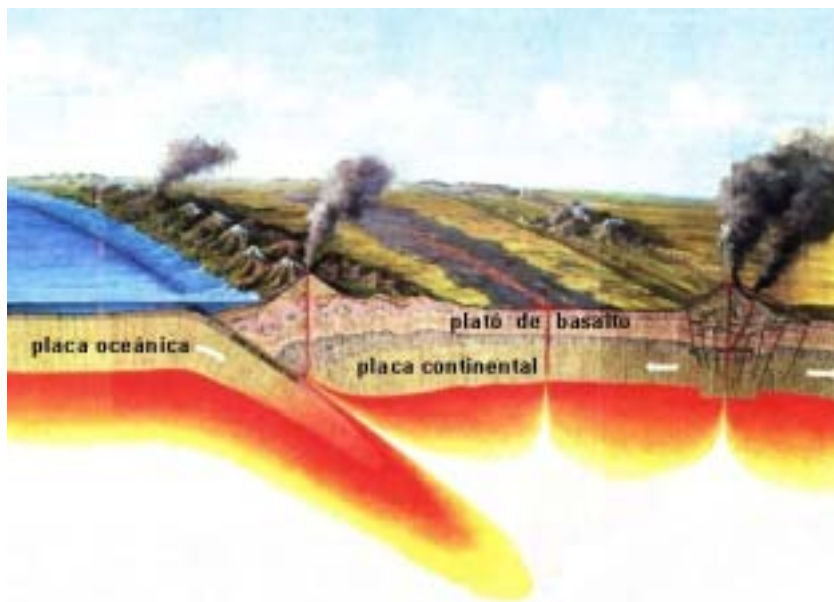


Diagrama da posição tectônica dos platôs basálticos como o da Serra Geral. Observe-se que não se desenvolvem cones centrais, como por exemplo no vulcanismo andino, mas grandes lagos de lava que se espalham a partir de um sistema de fraturamento como, no caso da Bacia do Paraná, o representado pelos arcos de Ponta Grossa e São Gabriel (ilustração a partir de [Wildner & Lima - inédito](#)).

A figura mostra esquematicamente, na zona central em cinza, **derrames vulcânicos do tipo Platô**, como é o caso do vulcanismo Serra Geral da Bacia do Paraná. Através de uma profunda fenda na crosta, o magma representado em cores avermelhadas, ascende à superfície do terreno.

Grandes áreas continentais encontram-se recobertas por extensas e espessas seqüências de derrames basálticos, estrudidos durante eventos vulcânicos que ocorreram durante espaços de tempo relativamente curtos (~5 a 10 milhões de anos), ligadas a sistemas fissurais relacionados à esforços tensionais da crosta. Este tipo de vulcanismo difere fundamentalmente de todos os outros por não desenvolver um cone central, mas por recobrir grandes áreas a partir de um sistema fissural que pode alcançar a algumas centenas de quilômetros de extensão.

São regiões características deste tipo de derrame as Províncias da Plataforma Siberiana, Keweenawam, Paraná, Columbia River, Karoo, Etendeka, Antártica e Atlântico Norte. A Província do Paraná, que ocorre extensivamente no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai é um dos maiores depósitos relacionados a vulcanismo de Platô do planeta, recobrendo cerca de 1.200.000km². Este magmatismo está composto por derrames, **sills** e **diques** de composição **toleítica** bimodal pertencente à [Formação Serra Geral](#), associados aos estágios de rompimento do supercontinente **Gondwana**, ocorrido durante o período Cretácio da era **Mesozóica**.



Sucessão de derrames no [Cânion Malacara](#) - Aparados da Serra - RS/SC (foto André-Nery)

[◀ página anterior](#)

[voltar](#)

[próxima página ▶](#)

2.4 VULCANISMO ASSOCIADO A INTRAPLACA OCEÂNICA

Nas porções internas das bacias oceânicas, posicionadas na porção interna das placas, ocorrem ilhas oceânicas de origem vulcânica. Estas ilhas possuem vulcões morfologicamente semelhantes às estruturas vulcânicas continentais, e quando emergem no oceano são erodidas e destruídas. Uma feição notável na bacia do Oceano Pacífico é a das ilhas oceânicas do Havaí, linearmente distribuídas sobre a crosta oceânica e muito mais jovens que esta. Estas ilhas são formadas diretamente pela ação de “pontos quentes” (*hot spots*) situados abaixo da placa oceânica. Estes pontos quentes, que são fontes fixas de calor proveniente do manto, forneceriam o material para o vulcanismo que se formaria a partir do assoalho oceânico, pela passagem da placa em movimento sobre este *hot spot* (veja mais sobre *hot spots* acessando o site pubs.usgs.gov/publications/text/hotspots.html).

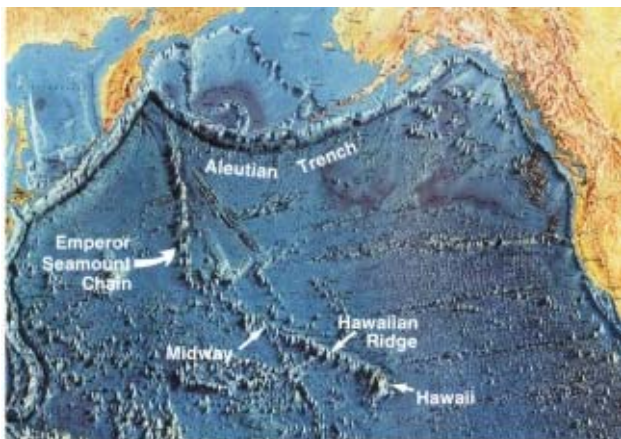


Ilustração do posicionamento tectônico de vulcões associados a arcos de ilhas gerados pelo choque entre 2 placas oceânicas (item 2.1.2), como as Aleutas, e vulcões internos a placas gerados por modelo de “*hot spot*”, com a formação de ilhas alinhadas, como o Havaí

(<http://pubs.usgs.gov/publications/text/Hawaiian.html>)

Veja uma mostra de slides sobre as erupções do vulcão Kilauea - Havaí em 1983, acessando o site hvo.wr.usgs.gov/kilauea/update/main.html ou ainda do Kupaianaha, também no Havaí, no site geopubs.wr.usgs.gov/dds/dds-80/.

O arquipélago do Havaí constitui um exemplo característico deste tipo de vulcanismo.

É formado por uma extensa cadeia de ilhas vulcânicas, com mais de 200 km de extensão, aproximadamente paralela à direção atual de

espalhamento da Placa do Pacífico. Deste arquipélago, a ilha do Havaí é a única ainda vulcânicamente ativa, sendo constituída por 5 vulcões coalescentes, dos quais dois estão atualmente ativos, o Kilauea e o Mauna Loa.



Vulcão Mauna Loa - Havaí, o maior vulcão ativo do planeta. (http://hvo.wr.usgs.gov/gallery/maunaloa/1984/2441061_captio_n.html)

Exemplos de vulcões associados a Intraplaca Oceânica



Vulcanismo do tipo Havaiano

(www.soaresoliveira.br/projetoenergia.em/2figa.html)



Vulcão Kilauea - Havaí (www.horizontegeografico.com.br/revista/edicao88/paginas/geo.php?q=4)

3. PRODUTOS DA ATIVIDADE VULCÂNICA

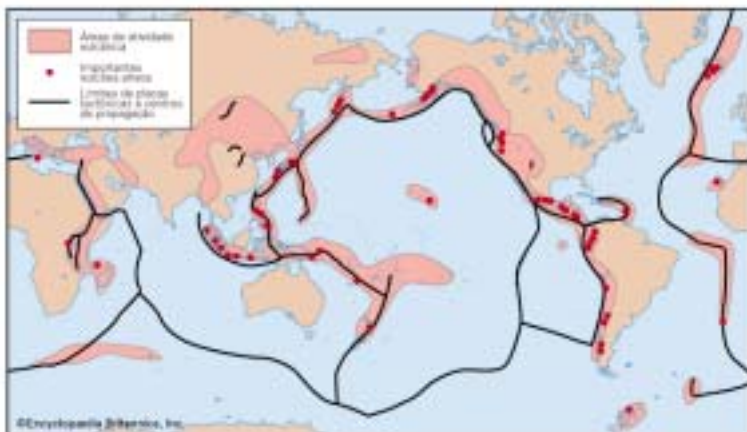
Os produtos formados pelas atividades vulcânicas podem ser divididos em 3 grupos, classificados segundo a composição química, mineralógica e propriedades físicas. Destingem-se as **lavas**, os materiais piroclásticos, e os gases vulcânicos. As lavas são porções líquidas de **magma**, em estado de fusão total ou parcial, que atingem a superfície terrestre e se derramam. Quanto mais **básicas**, mais fluídas serão estas lavas. Os depósitos piroclásticos dizem respeito a fragmentos de rochas diretamente ligados com o magma ejetado na forma de um *spray*, ou com a fragmentação das paredes das rochas pré-existentes (câmaras magmáticas). De acordo com o tamanho podem ser classificados como do tipo bloco, bomba, lapili, cinzas ou pó. Os gases vulcânicos podem ocorrer antes, durante e após os períodos de erupção. Estes gases são formados a base de hidrogênio, cloro, enxofre, nitrogênio, carbono e oxigênio. O magma contém dissolvida grande quantidade de gases, que se libertam durante uma erupção. Os gases saem através da cratera principal ao longo de fumarolas que podem se formar em diferentes partes do cone vulcânico, ou a partir de fissuras. Em terrenos vulcânicos atuais, é comum a presença de gêisers, formados pelo aquecimento da água de subsuperfície pelo alto gradiente térmico da região, e que surgem como erupções periódicas de água e gases aquecidos. (para saber mais sobre termos ligados aos produtos de vulcanismo consulte o glossário no site volcanoes.usgs.gov/Products/Pglossary/ ou www.vulcanoticias.hpg.ig.com.br/dic.html).



Ao lado, gêiser no Parque de Yellowstone - USA
www.soaresoliveira.br/projetoenergia.em/2figa.html
volcanoes.usgs.gov/Products/Pglossary/geyser.html

4. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS VULCÕES

A grande maioria dos vulcões, cerca de 82%, acha-se agrupada em determinadas zonas, principalmente ao longo dos oceanos formando, na região do Pacífico, o chamado Círculo de Fogo. (pubs.usgs.gov/publications/text/fire.html) Cerca de 12% situam-se nas cadeias meso-oceânicas, e os 6% restantes distribuem-se em zonas de *rifts*, isolados no interior das placas continentais e áreas de *hot spots* em intraplacas continentais.



Posição geográfica dos grandes sistemas de vulcões ativos, destacando-se o “Círculo de Fogo” do Pacífico, a Cordilheira Meso-Atlântica e o grande Rift Africano.



5. VULCÕES NO MUNDO

A crosta terrestre é constantemente sujeita a atividades vulcânicas que, na maioria das vezes, por sua violência, acabam provocado danos à humanidade. Destacam-se entre os mais famosos vulcões conhecidos por sua atividade, o Vesúvio - Itália (ano 79 d.C), Krakatoa – Indonésia (1883), Monte Pelado - Martinica (1902), Santa Helena - USA (1980) e o Pinatubo, nas Filipinas (1991). O Pinatubo entrou em erupção depois de 611 anos de inatividade. Na ocasião, morreram 875 pessoas e 200 mil ficaram desabrigadas. Para maiores detalhes sobre os vulcões do mundo e os desastres naturais a eles relacionados acesse os sites volcan.wr.usgs.gov/Volcanoes/framework.html, volcanoes.usgs.gov/ e volcanoes.usgs.gov/edu/predict/EP_look_500.html



Vucão Pinatubo - Filipinas
(www.volcano.si.edu/gvp/world/volcano.cfm?vnum=0703-083)



Vulcão Santa Helena - Estados Unidos
(<http://volcan.wr.usgs.gov/Images/Jpg/MSH/SIideSet/19.jpg>).



Vulcão Mont Pelée - Martinica
(<http://www.volcano.si.edu/gvp/world/volcano.cfm?vnum=1600-12>)



Vista aérea do Vulcão Vesúvio
(<http://volcan.fis.uniroma3.it/gnv/campania/vesuvio/index.html>)

Para maiores informações:

Fotos de vulcões do mundo: www.volcano.si.edu/gvp/index.cfm
volcan.wr.usgs.gov/Volcanoes/framework.html
geocities.yahoo.com.br/vulcoes/Fvulcoes.htm

Fotos sobre estrutura de vulcões: volcan.wr.usgs.gov/Photo/framework.html

Excursão virtual a um vulcão: volcan.wr.usgs.gov/LivingWith/VisitVolcano/framework.html

Para outras informações detalhadas sobre vulcanismo: www.usgs.gov/ e www.volcano.si.edu/index.cfm

Sobre desastres naturais relacionados a vulcões: volcanoes.usgs.gov/

Para maiores informações sobre termos vulcanogênicos e glossário com fotos: volcanoes.usgs.gov/Products/Pglossary/pglossary.html

Sobre **tectônica de placas**: pubs.usgs.gov/publications/text/dynamic.html

◀ [página anterior](#)

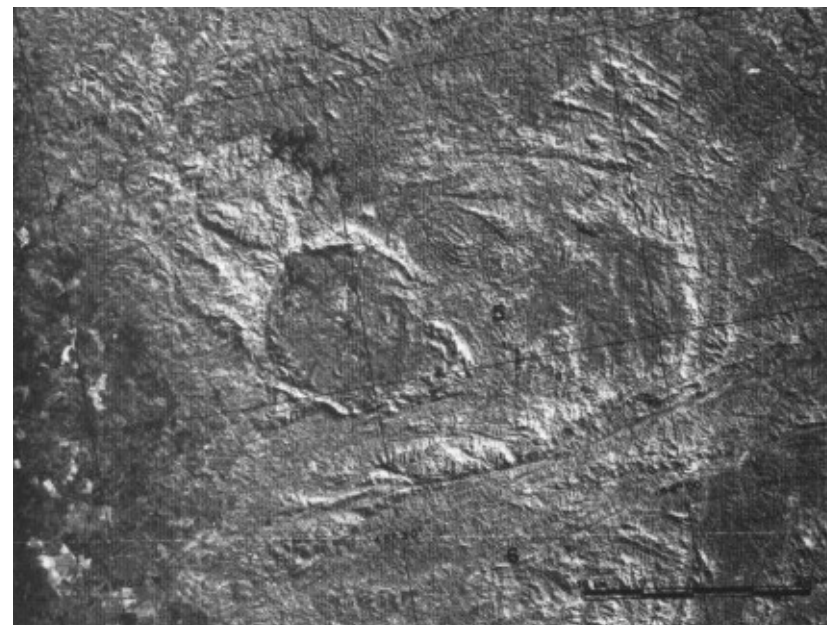
[voltar](#)

[próxima página](#) ▶

6. VULCANISMO NO BRASIL

No Brasil, não existe nenhum vulcanismo ativo, mesmo em tempos geologicamente recentes. O território nacional não foi afetado por nenhuma atividade vulcânica durante os últimos 80 milhões de anos. O vulcanismo mais recente foi o responsável pela formação de diversas ilhas do Atlântico brasileiro, como Fernando de Noronha, Trindade e Abrolhos.

No fim da era **Mesozóica**, o Brasil foi afetado por atividades vulcânicas de caráter alcalino-sódico, com ampla distribuição. São representantes deste vulcanismo as intrusões alcalinas de Lajes (SC), Poços de Caldas (MG), Jacupiranga (SP), Araxá (MG) e Itatiaia (RJ). Ainda na era Mesozóica, no período **Cretáceo**, a América do Sul, em especial o Brasil, foi palco de uma das maiores atividades vulcânicas do tipo fissural que se conhece no planeta. Todo o sul do país, incluindo áreas do Uruguai, Argentina e Paraguai, foi atingido por este super vulcanismo, que abrangeu mais de um milhão de quilômetros quadrados e que constituiu um dos maiores episódios geológicos de todos os tempos. As **rochas vulcânicas** que integram este extenso conjunto de derrames estão agrupadas geologicamente sob a denominação de **Formação Serra Geral**. Próximo à cidade de Torres, no Rio Grande do Sul, o conjunto de derrames atinge aproximadamente 1.000 metros de espessura. A sondagem realizada pela PETROBRÁS em 1958 em Presidente Epitácio - SP atravessou mais de 1.500 metros de rochas vulcânicas, mostrando a pujança deste episódio vulcânico. Este vulcanismo está diretamente ligado à separação da América do Sul e África, durante a ruptura do supercontinente **Gondwana** no período **Cretáceo** (para detalhes sobre o vulcanismo no Brasil, consulte o site www.vulcanoticias.hpg.ig.com.br/brasil.html)



Estrutura circular da caldeira do complexo vulcânico de Poços de Caldas (MG), mostrando ainda, à esquerda, a borda da Bacia do Paraná (Imagem do satélite **LANDSAT**, canal 7 - INPE, 1975. In: Schobbenhaus, C. et al., 1984).

◀ [página anterior](#)

[voltar](#) ▶

HISTÓRIA GEOLÓGICA

A escarpa da Serra Geral é, sem dúvida, um dos mais imponentes acidentes geomorfológicos do sul do Brasil e a sua origem e dos seus magníficos **cânions**, localizados nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, constituem um capítulo da geologia ainda pouco conhecido do público, e que sempre causou curiosidade nas pessoas que visitam estas majestosas esculturas geológicas.

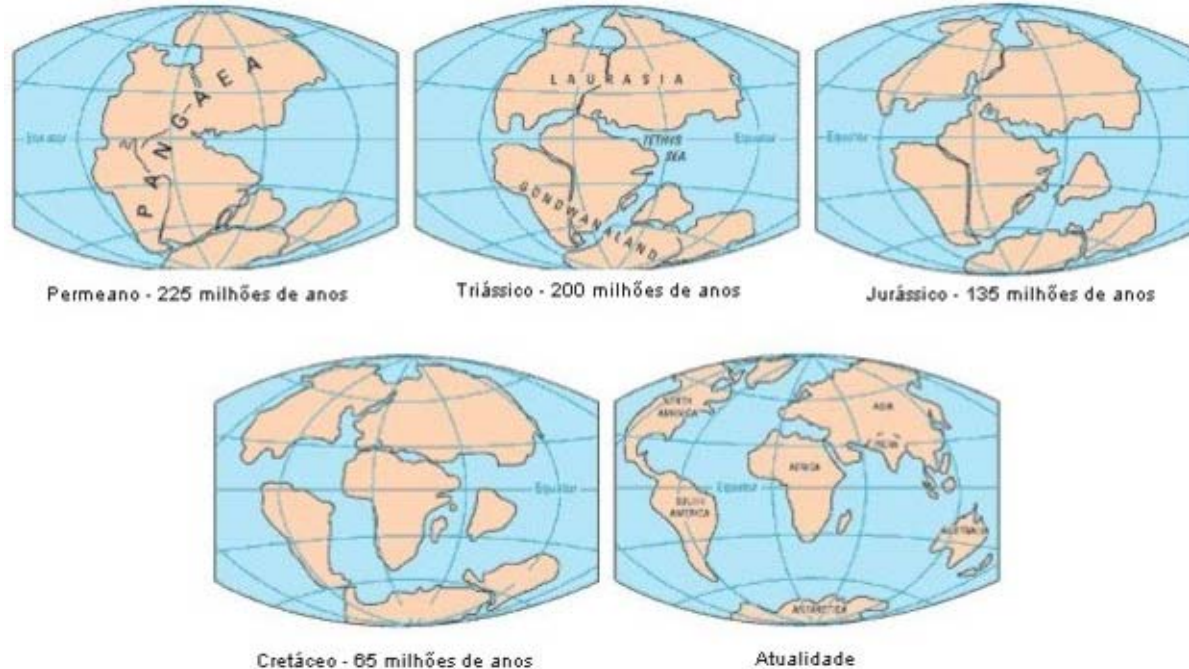


Ilustração mostrando a fragmentação do PANGEA dando origem aos continentes EURÁSIA e GONDWANA há 225 milhões de anos atrás. A partir daí, o Gondwana e a Eurásia se fragmentam e começa a migração continental, com o afastamento da América do continente africano/europeu (<http://pubs.usgs.gov/publications/text/historical.html>).

Esta Bacia abrange, na América do Sul, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, estendendo seus limites para fora do Brasil e abrangendo parte do Uruguai, Argentina e Paraguai, e a Bacia de Etendeka, posicionada no Oeste do continente Africano, ocupando parte da Namíbia. Recobrimdo o espesso pacote de rochas sedimentares que formam a estrutura central da bacia, ocorre um conjunto de **rochas vulcânicas**, com espessura de até 1500 metros, que chegaram à superfície através de profundas fendas geológicas e derramaram formando extensos lagos de **lava**. Estas lavas são provenientes de **magmas** formados no manto, que ascenderam na crosta por um processo de aquecimento provocado por *pontos quentes*. Estas zonas de aquecimento, ou **hot spots**, são provocadas pela existência de um sistema de convecção do manto gerado pelas diferenças de temperatura existentes entre o manto aquecido, que tende a subir, e a base da crosta, fria, que tende a descer. Este modelo de convecção é a base das movimentações das **placas tectônicas**, que arrastam os continentes que estão na superfície, como gigantescos icebergs.

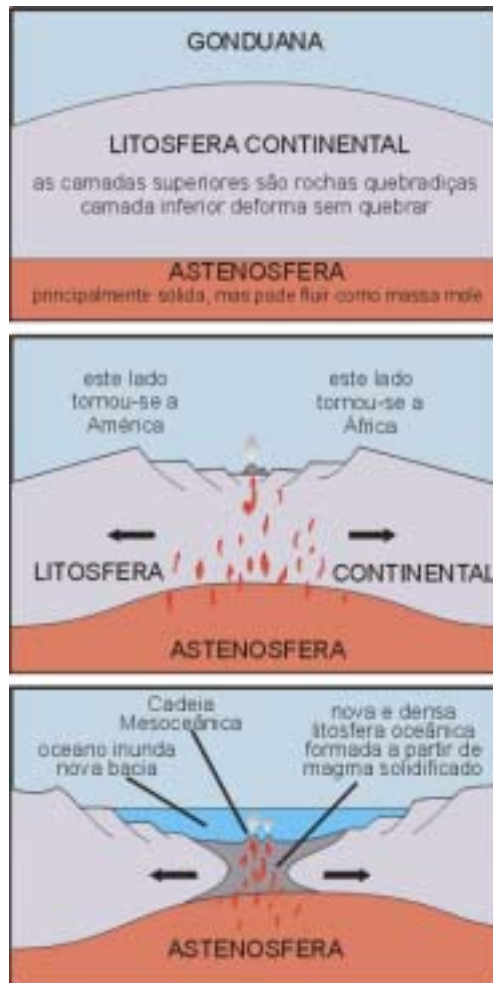
Para uma melhor compreensão geral de como se formou este escarpamento da Serra Geral e os grandes cânions a ele associados, é importante voltarmos cerca de 225 milhões de anos atrás, ao período geológico denominado Permiano, quando os atuais continentes ainda estavam unidos e formavam um supercontinente denominado **PANGEA**, que mais tarde viria a se subdividir em dois grandes blocos denominados como EURÁSIA e **GONDWANA**.

Com o avançar do tempo desenvolveu-se, na borda do supercontinente gondwânico recém formado, um mar intracontinental que evoluiu para uma vasta **bacia sedimentar**, com mais de 1.500.000 km², geologicamente conhecida como **Bacia Sedimentar do Paraná**.



Abrangência da Bacia do Paraná

Como conseqüência deste processo dinâmico da crosta terrestre, e regido pelas regras da **Tectônica de Placas**, a aproximadamente 135-110 milhões de anos, o supercontinente **Gondwana** começou a fragmentar-se. (veja a animação deste processo de migração das placas continentais clicando no aplicativo [Gondwana.exe](#) ou através do link www.kartografie.nl/gondwana/gondwana_gif.html)



Cartoon mostrando o adelgaçamento de crosta e separação de massas continentais a partir de um *hot spot*, (adaptado a partir de *Topinka, USGS/CVO, http://vulcan.wr.usgs.gov/Glossary/geo_time_scale.html* - em Triassic - The Break-up of the continent Pangea).

Esta fragmentação foi acompanhada de um amplo soerguimento de toda a borda leste do recém criado continente da América do Sul e da borda oeste da África, fazendo com que os derrames vulcânicos, e as rochas colocadas abaixo, fossem elevadas topograficamente, formando o que posteriormente denominou-se de Serra Geral e Serra do Mar, no continente sul americano.

Na continuação do processo, a América do Sul foi progressivamente separando-se da África e a América do Norte da Europa, dando origem ao Oceano Atlântico e à Cadeia Mesoceânica, formada por derrames vulcânicos submarinos. A semelhança entre a costa do Brasil e da África fez com que, em 1912, Alfred Wegener elaborasse a *teoria da deriva continental* comprovando, através de evidências geológicas e paleontológicas, que a África, a América do Sul, a Austrália e a Índia faziam parte de um supercontinente denominado como Gondwana.

A fachada atlântica, do litoral dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, tem sua história a partir do **Crétaceo**, período durante o qual, conforme o Oceano Atlântico ia aumentando de tamanho e a Cadeia Mesoceânica se consubstanciando, potentes **falhamentos** paralelos a costa faziam com que enorme pedaços da recém formada escarpa da Serra Geral afundassem nas águas do Oceano Atlântico. Este processo de falhamentos escalonados em forma de escada, onde os degraus descem em direção ao mar, é o responsável pela existência de restos da escarpa original em diversas cotas topográficas. A associação entre a tectônica e os processos de erosão e flutuações do nível do mar que ocorreram posteriormente são os responsáveis pela atual distancia entre os **contrafortes** da Serra Geral e as zonas de praias do Oceano Atlântico.

Uma vez formada a escarpa da Serra Geral, as diferenças de composição entre derrames de **basalto** e **riolito**, as distintas velocidades de alteração, os profundos fraturamentos existentes e a atuação dos processos de erosão fluvial através dos tempos, foram lentamente esculpindo a paisagem, resultando na atual morfologia dos Aparados da Serra com seus cânions.

Fator preponderante no desenvolvimento dos cânions é o tectônico, onde a orientação dos principais cânions coincide com as principais direções de fraturas existentes nas **rochas vulcânicas** da região. Como estas falhas geológicas são zonas de franqueza, onde existe uma maior percolação de água, normalmente controlam a localização dos cursos de água e facilitam a erosão vertical, admite-se que estas fendas tenham exercido um importante papel na formação e localização destas estruturas.



Morros testemunho de basaltos nas praias da Cal e das Guaritas no Rio Grande do Sul, posicionada no extremo leste da Bacia do Paraná e o ponto mais próximo de sua extensão na Bacia de Etendeka (foto www.clictores.com.br).



Fratramento identificado no cânion Itaimbezinho, responsável pelo direcionamento dos processos erosivos que modelaram o entalhamento da região. Foto IBAMA

O cânion do Itaimbezinho é um excelente exemplo da influência da tectônica sobre a morfologia destes penhascos. Como se pode observar na foto ao lado, a porção maior do cânion foi influenciada pelas fraturas de direção N30-40°O, e a sua parte final pelas fraturas de direção N65-75°E

Já nas eras geológicas denominadas **Terciário** e **Quaternário**, os sedimentos que provinham da erosão da escarpa da Serra Geral foram depositados no fundo do Oceano Atlântico, formando espessos pacotes sedimentares na plataforma continental. O mar entrava e recuava no continente, através de transgressões e regressões alternadas, modelando progressivamente o litoral do Rio Grande do Sul e Santa Catarina até o seu estágio atual. Foi nesta era que uma grande barreira marinha formou-se no litoral destes estados, aprisionando um grande volume de água salgada, que posteriormente deu origem a um colar de lagoas e lagunas que se distribuem por todo litoral do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina, chegando à sua forma atual. Como sabemos, os processos geológicos são dinâmicos e mutáveis ao longo do tempo, e por isto a costa atlântica continua numa lenta e progressiva sucessão de modificações, só perceptíveis após longos períodos geológicos.

[◀ voltar ao sumário](#)

[próxima página ▶](#)

POTENCIAL MINERAL

A mais importante mineralização conhecida ligada à [Formação Serra Geral](#), é representada por depósitos de **geodos** de ametista e ágata, encontrados principalmente no estado do Rio Grande do Sul, constituindo uma das maiores concentrações de gemas deste tipo no mundo. A qualidade e quantidade de gemas mineradas fazem do Brasil o principal fornecedor de ametista e ágata do mercado internacional.

As mineralizações de ametista e ágata ocorrem na zona vesicular dos derrames vulcânicos, aparecendo como minerais secundários preenchendo cavidades irregulares denominadas de geodos. Estes geodos representam bolhas de gás aprisionadas no topo dos derrames durante o processo de resfriamento rápido da **lava**. Normalmente são preenchidos por cristais de ametista, ágata, quartzo branco e/ou rosa, onix, jasper, calcita, apofilita, zeolita, opala, gipsita e barita.

As principais áreas de exploração situam-se no estado do Rio Grande do Sul, onde a extração dos geodos é feita com o auxílio de galerias que alcançam as zonas mineralizadas no interior do maciço.

Estas gemas são exportadas principalmente para os Estados Unidos, Alemanha, Japão, França, Itália, Suíça, Canadá e Tailândia, Coreia, Austrália, Índia e Espanha, onde são utilizadas no fabrico de jóias ou como parte de coleções institucionais ou particulares.

Além dos depósitos de gemas, as litologias da Formação Serra Geral constituem-se em excelente fonte de material para a indústria da construção civil. Dentre os produtos extraídos destacam-se, as pedras para alicerces, meio fio, paralelepípedos, brita, saibro e placas para uso como pedra ornamental. O uso deste produto vai desde a cobertura com paralelepípedos das ruas de cidades até a construção de casas e igrejas de pedra, de grande porte, uma das características arquitetônicas das cidades gaúchas da Região da Serra.

O magmatismo Serra Geral tem sido apontado como objeto de importantes investigações para suas potencialidades de mineralizações de Ni-Cu e EGP (elementos do grupo da platina), devido ao fato de que províncias de **basaltos** continentais (CFB) muito semelhantes a esta conterem algumas das maiores mineralizações conhecidas destes elementos, como são os depósitos de Muscox no Ártico Canadense, Crystal Lake no centro norte dos EUA e, especialmente, os complexos de Jinchuan, na China, e de Noril'sk-Talnakh, na Plataforma Siberiana, este último correspondendo aos maiores depósitos de Ni-Cu e EGP do mundo.



Geodos de ágata - catálogo de vendas em <https://ssl118.locaweb.com.br/agataweb/>



Geodo de ametista - Museu de Geologia da CPRM - Porto Alegre



Casa de Pedra de Canela (construída com blocos de rochas vulcânicas)

O condicionamento geológico de eventos magmáticos expressivos relacionados a ambientes tectônicos de *rifts* sobre pluma mantélica, como os de Noril'sk e da Bacia do Paraná, enquadra-se integralmente no modelo proposto para o Magmatismo Serra Geral, ambiente este que proporciona o aporte de enormes volumes de **magma** (~790.000 km³ de lavas), e que no caso do vulcanismo Serra Geral compõe uma das maiores províncias ígneas do planeta. A presença deste tipo de magmatismo, associado a grandes estruturas tectônicas, a presença de fontes potenciais de sulfetos como contaminantes e grandes intrusões na forma de **sills**, potencializam a existência de depósitos de sulfetos de Cu-Ni-EGP.

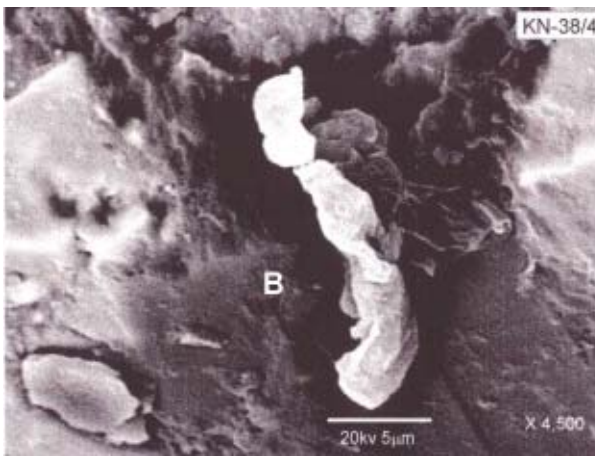
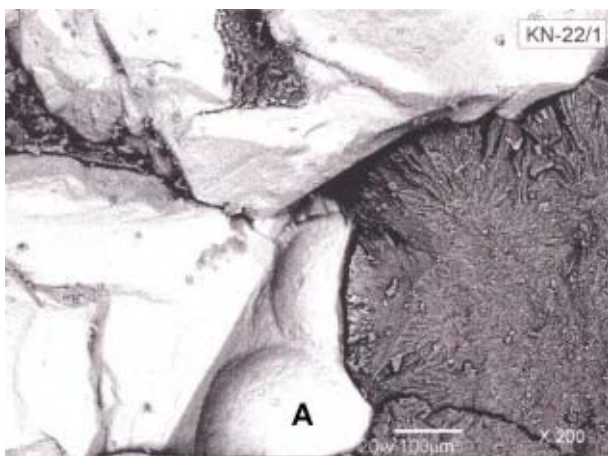


Galerias em garimpo de ametistas em Ametista do Sul - foto em Branco e Gil (2000).

Trabalhos de campo e laboratório voltados para a potencialidade destes depósitos de sulfetos, em sistema de cooperação mantido entre o Serviço Geológico do Brasil e diversas entidades de pesquisa, têm trazido importantes dados voltados para a possibilidade da existência deste tipo de mineralização na região.



Pedreira de rocha vulcânica para a retirada de blocos para construção.



Imagens obtidas em microscópio eletrônico de varredura - MEV, em amostras de basalto vesicular, mostrando em "A" uma destas vesículas preenchida por zeólita fibrorradiada cinza escuro, à direita de cobre nativo de formato mamelonar (cinza claro); em "B", imagem de rocha contendo fragmento de ouro nativo (cinza claro) no centro, com cerca de 10 µm.

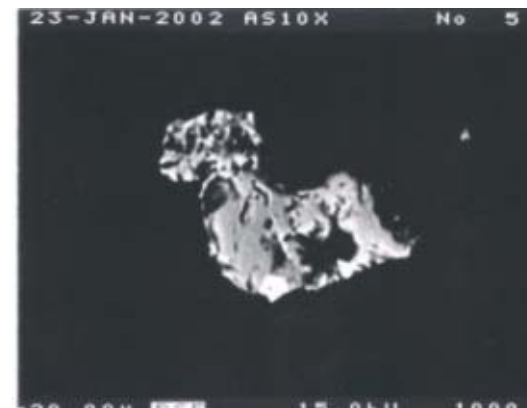


Imagem *backscattering* obtida sobre cristais metálicos em basalto, onde se identificam sulfetos do tipo calcopirita Fe(30.5) Cu(34.3) S(35.3) e escuterrudita Fe(11.6) Co (13.5) Ni (8.9) As (42.1) S(17.2).

GLOSSÁRIO GEOLÓGICO

O glossário foi elaborado em linguagem simples visando auxiliar o usuário não especializado no entendimento do texto geológico. Alguns termos específicos, de interesse técnico, também foram introduzidos no glossário, visando atender a profissionais da área. Para maior abrangência, podem ser consultados os sites especializados: www.unb.br/ig/glossario/; www.geologo.com.br/; www.pr.gov.br/mineropar/glossario.html; www4.prossiga.br/recursosminerais/glossario/glossario.html; www.agp.org.br/glossario.html;

A elaboração do presente glossário foi baseada na consulta das seguintes fontes:

Dicionário Geológico - Geomorfológico - Antônio Teixeira Guerra (1966)

Glossário Gemológico - Pércio de Moraes Branco (1984)

Glossary of Geology - American Geological Institute (1973)

Acamamento: termo utilizado para designar o plano de separação de camadas contíguas em rochas sedimentares, também designado estratificação.

Arenito : rocha de origem sedimentar, resultante da junção dos grãos de areia através de um cimento natural.

Autobrecha: brecha formada pela fragmentação de porções previamente solidificadas de um determinado derrame de lavas. Os fragmentos são cimentados pela lava do próprio derrame.

Bacia sedimentar: grande depressão do terreno, preenchida por detritos provenientes das terras altas que o circundam. A estrutura dessas áreas é geralmente composta por camadas de rochas que mergulham da periferia para o centro. Exemplos de bacia sedimentar são fornecidos pela bacia Amazônica e a bacia do Paraná.

Bandamento: faixas de diferentes composições, petrográficas, granulométricas, ou de cores, responsáveis pelo desenvolvimento de algumas estruturas das rochas ígneas e/ou metamórficas.

Basalto: um dos tipos mais comuns de rocha relacionada a derrames vulcânicos, caracterizando-se pela cor preta, composição básica (onde predominam minerais ricos em ferro e magnésio), alta fluidez e temperaturas de erupção entre 1000 e 1200 °C. Equivalente vulcânico de gabros.

Batólito: extensa exposição (> 100 km²) contínua de rocha plutônica, normalmente de composição granítica.

Brecha: rocha formada por fragmentos centi a decimétricos, angulosos, unidos através de um cimento natural.

Cânion: denominação utilizada para designar vales profundos e encaixados, os quais adquirem características mais pronunciadas quando cortam seqüências sedimentares, vulcânicas e vulcano-sedimentares, horizontalizadas.

Cenozóico: era geológica que compreende o intervalo de tempo que vai de 65 milhões de anos atrás até os dias atuais, estando constituída por três períodos geológicos conhecidos como Quaternário, Neógeno e Paleógeno.

Clastosuportado: rocha sedimentar constituída por grandes seixos, os quais estão em contato entre si, sendo a porção entre estes preenchida por areia.

Ciclo regressivo: ciclo de erosão e deposição originada pela descida generalizada do nível dos oceanos, provocando a exposição e continentalização das regiões oceânica submersas.

Ciclo transgressivo: ciclo de erosão e deposição originado pela subida generalizada do nível dos oceanos, provocando a inundação de regiões costeiras.

Contrafortes: termo de natureza descritiva utilizado pelos geomorfólogos e geólogos ao tecerem considerações sobre o relevo de regiões serranas. Denominação dada às ramificações laterais de uma cadeia de montanhas. Os contrafortes quase sempre estão em posição perpendicular ou pelo menos oblíqua, ao alinhamento geral das serras.

Cosets: unidade sedimentar composta por dois ou mais conjuntos de camadas de origem sedimentar (ver *set*), separada de outras unidades por uma superfície de erosão, não deposição ou por mudanças abruptas em suas características.

CRETÁCEO: é o último período geológico da era Mesozóica. Abrange o intervalo de tempo entre 136 e 65 milhões de anos.

Deposição terrígena clástica: depósito sedimentar continental, formado predominantemente por fragmentos de rochas e areia.

Derrame: saída e esfriamento rápido de material magmático vindo do interior da crosta terrestre, consolidando-se ao contato com o ar.

Derrames em platô: pacote de rochas vulcânicas que chegam à superfície através de profundas fendas geológicas, que se extravasam formando extensos lagos de lava que se solidificam.

Derrame vitrofírico: são derrames de lavas de resfriamento muito rápido, que não tem tempo de desenvolver cristais, formando rochas essencialmente vítreas.

Diabásio: rocha intrusiva de composição básica, coloração preta ou esverdeada, solidificada em subsuperfície, composta por cristais de feldspatos e minerais máficos (plagioclásio e piroxênio), que ocorre sob a forma de dique ou *sill*.

Dique: intrusão ígnea tabular vertical, que corta as estruturas das rochas circundantes.

Disjunção: fraturamentos macroscópicos e/ou microscópicos que ocorrem nas rochas, em consequência de esforços e/ou a brusca variação de temperatura a que foram submetidas ao longo do tempo geológico. São fendas, zonas de fraqueza ou aberturas que, no caso das rochas vulcânicas, são decorrentes do rápido resfriamento e a contrações de volume a que são submetidas as lava enquanto solidificam-se na superfície do terreno.

Dobra: encurvamentos de forma acentuadamente côncava-convexa, voltados para cima ou para baixo, que ocorrem nas rochas quando submetidas à processos de fluxo (comportamento plástico das rochas em um determinado derrame) ou esforços compressivos.

Erg: designação dada a um deserto constituído essencialmente de areia.

Estratificação: disposição paralela ou subparalela que tomam as camadas ao se acumularem formando uma rocha sedimentar. Normalmente é formada pela alternância de camadas sedimentares com granulação e cores diferentes, ressaltando o plano de sedimentação.

Estratificação cruzada: estratificação cujas camadas aparecem inclinadas umas em relação às outras, e em relação ao seu plano basal de sedimentação. São comuns em depósitos eólicos (dunas) e fluviais.

Fácies: designação genérica que significa a existência de variações entre diferentes conjuntos de rochas e que podem ser relativas à composição química, ao tamanho dos minerais, condições de temperatura e pressão, estruturação dos depósitos sedimentares ou vulcânicos, ou ambientes de sedimentação. Também é utilizada para designar variações de condições metamórficas, variação sedimentológicas vertical e horizontal, bem como variações composicionais e texturais das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

Falha: superfície ou zona de rocha fraturada ao longo da qual houve deslocamento vertical ou horizontal, o qual pode variar de alguns centímetros até quilômetros.

Gabro: rocha magmática de coloração escura, granulação grossa, de composição básica, cristalizada em profundidade. Normalmente é composta por feldspatos e minerais máficos (plagioclásio, piroxênios e olivina)..

Geodo: cavidade aproximadamente esférica ou alongada, preenchida por minerais, muitas vezes na forma de cristais que se projetam da parede para o interior da cavidade. Normalmente encontram-se no topo ou na base dos derrames e são decorrentes da solidificação de gases existentes nas lavas.

Geopetal: indicador observado em rocha que mostra a direção e o sentido de um determinado processo geológico, como as movimentações em um derrame de lavas.

Glomeroporfirítica: textura de rochas ígneas onde cristais maiores agrupam-se formando glómeros (conjuntos de cristais), e encontram-se imersos em uma matriz mais fina.

Gondwana: Designação empregada para identificar um supercontinente que existiu até aproximadamente 200 milhões de anos atrás, formado a partir da desintegração do megacontinente denominado de Pangea. O supercontinente gondwânico era formado pelas frações que atualmente constituem a América do Sul, África, Antártica, Austrália e Índia .

Granito: rocha magmática de granulação grosseira, solidificada em profundidade, composição ácida, composta essencialmente por minerais claros como quartzo (SiO_2), feldspato alcalino (SiO_2 , Al_2O_3 e K_2O) e plagioclásio (Al_2O_3 , Na_2O e CaO). O seu equivalente vulcânico denomina-se riolito.

Hot Spot: pontos de anomalia termal no interior da terra, ligados a sistemas de convecção do manto e responsáveis pelo vulcanismo que ocorre no interior de placas tectônicas.

Jigsaw-fit: textura própria de brechas vulcânicas, onde os fragmentos são angulosos e não foram muito afastados de sua posição original, ainda se ajustando uns aos outros

Jurássico: período geológico da era Mesozóica, abrange o intervalo de tempo geológico entre 203 a 135 milhões de anos atrás.

Lava: massa magmática em estado parcial ou total de fusão, que atinge a superfície terrestre através de vulcões ou fraturas da superfície terrestre, e se derrama formando verdadeiros rios ou lagos de lava.

Leque distal: depósito sedimentar formado por areia, seixos e argila, transportado pela ação da água e depositado ao longo das escarpas de onde se origina o material.

Leque proximal: depósito sedimentar formado por blocos, matacões e seixos imersos em uma matriz areno-argilosa que se forma junto das escarpas de regiões montanhosas através da ação da água e força da gravidade.

Lineamento estrutural: Feição linear, topograficamente representada por vales alinhados ou cristas, geralmente indicando a presença de fraturas e/ou falhas geológicas.

Magma: material ígneo em estado de fusão contido no interior da terra e que, por solidificação, dá origem às rochas ígneas. Quando solidificado no interior da crosta terrestre, forma as rochas intrusivas e quando expelido pelos vulcões, forma as lavas.

Mesozóico: designação dada a uma era do tempo geológico que abrange o intervalo compreendido entre 250 a 65 milhões de anos atrás. Esta era é formada pelos períodos geológicos: Cretáceo, Jurássico e Triássico.

Monomítico: designação dada a blocos constituintes de uma rocha do tipo autobrecha, onde a composição de todas as frações constituintes, e da matriz, são idênticas.

Microfenocristal: pequenos cristais que se destacam sobre uma matriz muito fina.

Paleosolo: designação dada a solos antigos, soterrados e preservado até os dias atuais.

Pangea: designação empregada para identificar um megacontinente que existiu a cerca de 250 milhões de anos atrás, formado pela junção de todos os continentes hoje existentes. A cerca de 200 milhões de anos este megacontinente partiu-se, originando dois supercontinentes: a Laurásia (formada hoje pela Europa, América do Norte e Ásia) e o Gondwana (constituído hoje em dia pela América do Sul, África, Antártica, Austrália e Índia).

Parque Nacional: é uma unidade de conservação de proteção integral, sob responsabilidade do IBAMA, destinada à preservação de áreas naturais com características de grande relevância ecológica, científica, cultural, educacional, recreativa e beleza cênica.

Pitchstone: rocha vulcânica de aspecto vítreo, cor preta, brilho resinoso, semelhante ao piche.

Picrito: rocha escura, hipohabissal (vide *rocha hipohabissal*), rica em magnésio, contendo minerais essencialmente máficos (ricos em ferro e magnésio) denominados de olivinas, piroxênios e pequenas percentagens de plagioclásio.

Placa tectônica: a crosta terrestre é subdivida, horizontalmente, em partes denominadas pelos geólogos de *placas tectônicas*. Estas placas se movimentam e do choque entre elas se originam as cadeias de montanhas e os vulcões associados.

Quaternário: é o primeiro período geológico da era Cenozóica, compreendendo os últimos 1,75 milhões de anos da terra.

Quench: cristalização em processo rápido de solidificação de um magma, como quando um determinado derrame atinge um corpo d'água.

Rift: termo utilizado para designar vales formados e limitados por falhamentos geológicos.

Riolito: rocha vulcânica de composição ácida (onde predominam minerais ricos em sílica e elementos alcalinos como sódio e potássio), caracterizando-se pelas cores cinza-claro a avermelhado, baixa fluidez e temperaturas de erupção entre 700 a 900 °C. Equivalente vulcânico de granitos.

Rocha ácida: rocha ígnea com alto teor de sílica e baixo teor de ferro, magnésio e cálcio.

Rocha básica: rocha ígnea com baixo teor de sílica e alto teor de ferro, magnésio e cálcio.

Rocha hipohabissal: rocha formada a uma profundidade intermediária entre a base e a superfície da crosta. A textura das rochas hipohabissais é normalmente formada por cristais bem desenvolvidos, grossos e identificáveis a olho nu.

Rocha vulcânica: rocha proveniente de atividade magmática que ascende na crosta terrestre através de vulcões, diques e *sills*, solidificando-se na superfície ou a pequenas profundidades da crosta.

Sedimentos vulcanogênicos: sedimentos originados da degradação de rochas vulcânicas e depositados sob a forma de camadas sedimentares.

Sets: conjunto de camadas sedimentares de uma mesma unidade estratigráfica, separadas de outras camadas, também de origem sedimentar, através de uma superfície de erosão, não deposição ou mudança abrupta de suas características.

Sill: intrusão ígnea tabular concordante com as estruturas das rochas circundantes.

Tectônica de placa: conjunto de processos geológicos responsáveis pela formação e separação dos continentes ao longo do tempo geológico.

Terciário: é o primeiro período geológico da era Cenozóica e abrange o intervalo de tempo compreendido entre 65 e 1,75 milhões de anos atrás.

Textura: do ponto de vista geológico-petrográfico, trata-se de uma designação utilizada para caracterizar o arranjo existente entre os diferentes minerais constituintes de uma rocha e que confere uma determinada aparência à esta. Ex.: textura fina, textura grossa ou textura porfirítica, significando a presença de grandes cristais rodeados por cristais menores.

Toleito: variedade de tipo de magma com ampla distribuição na superfície do globo, sendo encontrado em cadeias oceânicas, vulcões em escudo e regiões continentais relacionadas a basaltos de platô, como os encontrados na Bacia do Paraná.

Triássico: é o primeiro e o mais antigo período geológico da era Mesozóica, abrangendo o espaço de tempo entre 250 e 203 milhões de anos atrás.

Viscosidade: propriedade de uma substância de oferecer resistência interna ao fluxo. Maior ou menor capacidade de fluxo relacionado a um derrame de lava.

REFERÊNCIAS

Bibliografia

ALMEIDA, F. F. M. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, 198, São Paulo. **Atas do...** São Paulo: SBG, 1981. v. 1, p.1-20.

BRANCO, P. M. & GIL, C. A. A. **Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2000. Mapa color. 73cm x 73cm. Escala 1: 1.000.000.

GALLAGHER, K. & HAWKESWORTH, C. J. Mantle plumes, continental magmatism and asymmetry in the South Atlantic. **Earth and Planetary Science Letters**, v.123, p.105-117, 1994.

GLADCZENKO, T. P. ; HINZ, K. ; ELDHOIM, O.; MEYER, H. ; NEBEN, S. ; SKOGSEID, J. South Atlantic volcanic margins. **Journal of the Geological Society of London**, v. 154, p.465-470, 1997.

HAWKESWORTH, C. J. ; GALLAGHER, L. A. ; KIRSTEIN, M. S. M. ; MANTOVANI, D. W. ; PEATE, O.; TURNER, S. P. Tectonic controls on magmatism associated with continental break-up: an example from the Paraná-Etendeka province. **Earth and Planetary Science Letters**, v.179, p. 335-349, 1992.

INTERNATIONAL WORKSHOP ROLE OF SUPERPLUMES IN THE EARTH SYSTEM FROM CENTRAL CORE TO THE SURFACE INCLUDING EVOLUTION OF LIFE, 2002, Tokyo. **Abstract...** Tokyo: Tokyo Institute of Technology, 2002. 416p.

LANDSAT 7. São Paulo: INPE, 1975. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Coords.). **Geologia do Brasil**: texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e Área Oceânica Adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 1984. p.321

LEINZ, V. **Geologia Geral**. 2.ed. São Paulo: Nacional, 1963. 474 p.

MANTOVANI, M. S. M. ; WILDNER, W. & JUNCHEN, P. L. Paraná Basin Magmatism, Stratigraphy and Mineralization (Southern Brazil). In : INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Pre-Congress Field Trip...** Rio de Janeiro, 2000. 63 p.

MELFI, A. J. ; PICCIRILLO, E. M. ; NARDY, A. J. R. Geological and magmatic aspects of the Parana Basin: an introduction. In: PICCIRILLO E. M. & MELFI, A. J. (Eds.). **The Mesozoic Flood Volcanism of the Parana Basin**: petrogenetic and geophysical aspects. São Paulo: USP, 1988. p. 1-14.

MILANI, E. J. ; FACCINI, U. F. ; SCHERER, C. M. ; ARAÚJO L. M. ; CUPERTINO, J. A. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), southern Brazil. **Boletim IG USP**, Série Científica, v.29, p.125-173, 1998.

MORGAN, W. J. Convection plumes in the lower mantle. **Nature**, v.230, p.41-43, 1971.

O'CONNOR, J. M. & DUNCAN, R. A. Evolution of the Walvis Ridge and Rio Grande Rise hotspot system – implications for African and South America plate motions over plumes. **Journal of Geophysical Research**, v.95, p.17475-17502, 1990.

REZENDE, W. M. de. Post Paleozoic geotectonics of South America related to plate tectonics and continental drift. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. **Anais...** v.3, p. 205-210, 1972.

SCHOBENHAUS, C. & LOPES, R. da C. (Coords.) **Mapas de Integração da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes**. Montevideo: CPRM/SEGEMAR/MOPC/DINAMIGE/SERGEOMIN, 2001. 1 CD ROM.

SCHERER C. M. Eolian Dunes of the Botucatu Formation (Cretaceous) in Southernmost Brazil: morphology and origin. **Sedimentary Geology**, v.137,p. 63-84, 2000.

SLOSS, L.L. 1963. Sequences in the Cratonic Interior of North America. **Geological Society of America Bulletin**, v. 74, p. 93-114, 1963.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.

WHITE, I.C. (1908) **Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM, 1988. Parte I; Parte II, p. 301-617. (ed. Fac-similar)

WILDNER, W. & LIMA, E. F. de. **Rochas Vulcanogênicas Antigas: gênese, ambientes e identificação**. s.n.t. (Inédito)

WILSON, M. **Igneous Petrogenesis**. London: Unwin Hyman, 1989. 466p.

Entidades

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - www.ibama.gov.br/

Parques Nacionais www2.ibama.gov.br/unidades/parques/parnas.htm

Fotografias

André Nery - www.aparadosdaserra.com e-mail: info@aparadosdaserra.com

Irineu Castilhos - Foto Castilhos - Rua Dona Úrsula, 687 - Cambará do Sul, RS fone (54) 251.1101 - e-mail: fotocastilhos@tca.com.br

João Darci Hennemann em www.germanoschuur.hpg.ig.com.br/labiri.htm

Gilberto Ronsani - Foto Artes Gil - Rua Irineu Bornhausen, 500 - Praia Grande, SC fone (48) 532-0137

Lucio Tonon - www.luciotonon.hpg.ig.com.br/itaim.htm - e-mail: luciotonon@yahoo.com.br

Luis Roque Klering - nutep.adm.ufrgs.br/ - e-mail: lrklering@adm.ufrgs.br

Marlene Neumann em www.germanoschuur.hpg.ig.com.br/torre.htm

Renato Grimm - www.bemtevivrasil.com.br/ - e-mail: bemtevivrasil@bemtevivrasil.com.br

Sites geologia

Continente Gondwana: www.palaeos.com/Earth/Geography/Gondwana.htm

www.scotese.com/satlanim.htm (animação da separação do Gondwana no Atlântico Sul nos últimos 200 Ma)

www.kartografie.nl/gondwana/gondwana_gif.html (animação)

Continente Pangea: www.palaeos.com/Earth/Geography/Pangea.htm

www.scotese.com/pangeanim.htm (animação da separação do Pangea)

Tectônica de placas: pubs.usgs.gov/publications/text/historical.html

Vulcões/vulcanismo:

geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/vulcoes.htm.

geocities.yahoo.com.br/vulcoes/Fvulcoes.htm)

www.geocities.com/guri.geo/vulcao.htm

USGS:

geopubs.wr.usgs.gov/dds/dds-80/
pubs.usgs.gov/publications/text/
pubs.usgs.gov/publications/text/dynamic.html
pubs.usgs.gov/publications/text/fire.html
pubs.usgs.gov/publications/text/hotspots.html#anchor19316266
pubs.usgs.gov/publications/text/ridge.html
pubs.usgs.gov/publications/text/understanding.html
pubs.usgs.gov/publications/text/Vigil.html
volcanoes.usgs.gov/
volcanoes.usgs.gov/edu/predict/EP_look_500.html
volcanoes.usgs.gov/edu/predict/EP_look_800.html
volcanoes.usgs.gov/Products/Pglossary/
vulcan.wr.usgs.gov/Photo/framework.html
vulcan.wr.usgs.gov/LivingWith/VisitVolcano/framework.html
vulcan.wr.usgs.gov/Volcanoes/framework.html
vulcan.wr.usgs.gov/Volcanoes/MSH/SlideSet/ljt_slideset.html

Smithsonian Institution

www.volcano.si.edu/gvp/index.cfm
www.stcms.si.edu/ce/volcanoes.htm

Outros sites:

geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/vulcoes.htm
geocities.yahoo.com.br/vulcoes/Fvulcoes.htm
www.geocities.com/guri.geo/vulcao.htm
<http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/world.html>
www2.uol.com.br/cienciahoje/chdia/n079.htm
www.vulcanoticias.hpg.ig.com.br/brasil.html
www.vulcanoticias.hpg.ig.com.br/dic.html
www.soaresoliveira.br/projetoenergia.em/2figa.html

Sites turísticos

Aparados da Serra: www.aparadosdaserra.com
www.acaserge.org.br/fotos/
www.bemtevibrasil.com.br/
www.luciotonon.hpg.ig.com.br/itaim.htm
www.riogrande.com.br/turismo/aparados1.htm
www.digitaltrips.hpg.ig.com.br/pedrafurada.htm

Cambará do Sul: www.cambaradosul.famurs.com.br/
www.paradorcasadamontanha.com.br
www.canyonturismo.cjb.net/

Canela - www.canela.com.br/
www.canelaturismo.com.br/

Gramado : www.gramadosite.com.br/
www.gramado.com.br/
www.pousadavaledodoquilombo.com.br/galeria.html

Nova Petrópolis - www.novapetropolis.com.br/
www.terracams.com.br/DCP_19596.JPG
www.novapetropolis.tur.br/
www.novapetropolis.rs.gov.br
www.germanoschuur.hpg.ig.com.br/torre.htm

Porto Alegre: www2.uol.com.br/guiapoa/cartoes/poa/10-18.htm
www.terracams.com.br/
nutep.adm.ufrgs.br/fotospoa/fotospoa.htm
www.terragaucha.com.br/

Praia Grande/SC - www.praia grande-sc.com.br
www.cabanascolinadaserra.com.br/
www.pvaverde.hpg.ig.com.br/
www.pedraafiada.com.br/

São Francisco de Paula: www.saofranciscodepaula.tur.br/

Torres: www.torres.com.br/imagens/Guarita03.JPG
www.geocities.com/torres_rs/
www.torresnet.com.br/
www.clictorres.com.br/

E-mail autores:

Wilson Wildner: wwildner@pa.cprm.gov.br

Vitório Orlandi Filho: vitorio@pa.cprm.gov.br

Luís Edmundo Giffoni: giffoni@pa.cprm.gov.br

Nelson Custódio da Silveira Filho: nelsoncustodio@sa.cprm.gov.br ou nelsoncustodio@terra.com.br; site em http://planeta.terra.com.br/educacao/br_recursosminerais/

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Sede

SGAN Quadra 603-Conjunto "J", Parte A, 1º andar
Cep: 70830-030 - Brasília - DF
Telefones: (61) 225-3985; 312-5252(PABX) - Fax: (61)224-1616
E-mail: cprmsede@df.cprm.gov.br

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Telefone: (61)2295 6196 - Fax: (61)2295 6196

Escritório Rio

Av. Pasteur, 404 - Urca - Cep: 22290-240 - Rio de Janeiro - RJ
Telefones:(21) 2295 5337 - (21)2295 0032 (PABX) - Fax: (021)2542 3647
E-Mail: cprm@rj.cprm.gov.br

Departamento de Recursos Minerais - DEREM

Telefone: (21)2295 5446 - Fax: (21) 2295-4292

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento - DRI

Telefone: (21)2295 5837 - Fax: (21)2295 5947

Divisão de Documentação Técnica

Telefones: (21)2295 5997 - Fax (21)2295 5897
E-Mail: seus@cprm.gov.br

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep: 66095-110 - Belém - PA
Telefones: (91)276 6976 - (91)276 8577 (PABX) - Fax: (91)276 4020
E-Mail: sureg@cprm-be.gov.br

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140-002 - Belo Horizonte - MG
Telefones: (31)3261 3037 - (31)3261 0391 (PABX) - Fax: (31)3261 5585
E-Mail: suregbh@bh.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep: 74170-110 - Goiânia - GO
Telefones: (62)281 1342 - (62)281 1522 (PABX) - Fax: (62)281 1709
E-Mail: cprmggo@terra.com.br

Superintendência Regional de Manaus

Av. André Araújo, 2160 - Aleixo - Cep: 69060-001 - Manaus - AM
Telefones: (92)663 5333 - (92)663 5614(PABX) - Fax: (92)663 5531
E-Mail: suregma@cprm-ma.gov.br

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Cep: 90840-030 - Porto Alegre - RS
Telefones: (51)3233 4643 - (51)3233 7311 (PABX) - Fax: (51)3233 7772
E-Mail: sureg@pa.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Recife

Av. Sul, 2291 - Afogados - Cep: 50770-011 - Recife - PE
Telefones: (81)3428 1511 - (81)3422 6448 (PABX) - Fax: (81)3447 4467
E-Mail: cprm@fisepe.pe.gov.br

Superintendência Regional de Salvador

Av. Ulisses Guimarães, 2862 - Centro Administrativo da Bahia - Cep: 41213-000
Salvador - BA
Telefones: (71)230 0025 - (71)230 9977 (PABX) - Fax: (71)371 4005
E-Mail: suregsa@sa.cprm.gov.br

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Costa, 55 - Cerqueira Cezar - Cep: 01304-010 - São Paulo - SP
Telefone: (11)3257 6430 - (11)3258 4744 (PABX) - Fax: (11)3256 8430
E-Mail: cprmsp@cprm.gov.br

Residência de Fortaleza

Av. Santos Dumont, 7700 - 4º andar - Papicu - Cep: 60150-163 - Fortaleza - CE
Telefones: (85)265 1726 - (85)265 1288 (PABX) - Fax: (85)265 2212
E-Mail: refort@fo.cprm.gov.br

Residência de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques - Cep: 78904-300 - Porto Velho - RO
Telefones: (69)223 3165 - (69)223 3544 (PABX) - Fax: (69)2215435
E-Mail: secretaria@pv.cprm.gov.br

Residência de Teresina

Rua Goiás, 321 - Sul - CEP: 64001-570 - Teresina - PI
Telefones: (86)222 6963 - (86)222 4153 (PABX) - Fax: (86)222 6651
E-Mail: cprm@te.cprm.gov.br



Secretaria de
Minas e Metalurgia

Ministério de
Minas e Energia

