

## PLUGS FONOLÍTICOS SOLIDEZ, CANGUÇU-RS: UM NOVO LITODEMA NA PROVÍNCIA ALCALINA PIRATINI

Brum da Silva, A.<sup>1</sup>; Sander, A.<sup>2</sup>; Queiroga, G.N.<sup>3</sup>; Castro, M.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>2</sup>Universidade do Vale do Rio dos Sinos; <sup>3</sup>Universidade Federal de Ouro Preto

**Resumo:** A Província Alcalina Piratini, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, ocorre como dezenas de corpos de rocha alcalina na forma de chaminés, diques e *plugs*. Eles intrudem a cobertura sedimentar Fanerozoica e o embasamento Pré-Cambriano, através de geossuturas pretéritas, com tendência NE-SW, NW-SE e subordinadamente E-W, reativadas no Mesozoico. Nesse contexto, na cidade de Canguçu, localidade de Solidez, afloram quatro *plugs* alcalinos métricos, intrudindo o Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado, pertencente ao Cinturão Dom Feliciano, justapostos ao plano de foliação de tendência NE da rocha encaixante. A classificação petrográfica e geoquímica, bem como uma breve correlação destas rochas, com os demais litotipos alcalinos aflorantes na região, compõem o escopo desse trabalho. Para se alcançar o objetivo proposto a metodologia aplicada incluiu petrografia; microsonda eletrônica; e análises químicas por fluorescência de raios x; e espectrometria de massas e ótica. A rocha estudada é maciça, apresenta coloração cinza esverdeada, com textura microcristalina, composta por microfenocristais de sanidina, anfibólio cálcico, nefelina e biotita, envoltos em uma matriz criptocristalina traquítica, composta de ripas de sanidina, aegirina, natrolita, albita, apatita além de opacos. As análises geoquímicas de rocha total para elementos maiores, menores e traços permitiram classificar a rocha como um fonolito, segundo diagrama de álcalis totais versus sílica (TAS), de afinidade sódica, pertencente a um ambiente tectônico intraplaca. A partir dos resultados obtidos é possível afirmar que os *Plugs* Fonolíticos Solidez se tratam de uma nova ocorrência de rocha alcalina no Escudo Sul-Rio-Grandense, devido a presença de anfibólios e anomalias negativas de Ba e Sr e positiva de Zr, que não estão presentes nas demais rochas alcalinas pertencentes à Província Alcalina Piratini, todavia é possível sugerir uma correlação entre ambas, pois as mesmas apresentam semelhanças geoquímicas e estruturais de emplaceamento. Através do estudo geoquímico é viável propor que as rochas do presente trabalho e as pertencentes à Província Alcalina Piratini possuem assinaturas geoquímicas semelhantes e relacionáveis a *Ocean Island Basalts* (OIBs), portanto podem pertencer a um protólito de origem comum, com *trends* geoquímicos evolutivos semelhantes, que apresentam diferentes características químicas e petrográficas entre si, devidas a distintas formas de cristalização fracionada.

**Palavras-chave:** FONOLITOS. PROVÍNCIA ALCALINA PIRATINI. OCEAN ISLAND BASALTS.

### 1 INTRODUÇÃO

As rochas alcalinas no Rio Grande do Sul foram denominadas como Província Alcalina Piratini por Ribeiro (1971), e afloram principalmente em sedimentos Triássicos da Bacia do Paraná, que recobrem o Complexo Metamórfico Porongos (Cinturão Porongos) e em Granitoides Sin a Tardi Transcorrentes, da Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu (ZCTDC) (Cinturão Dom Feliciano). (ALMEIDA, 1983; CALDASSO; SANDER, 1994; CHEMALE JR; HARTMANN; SILVA, 1995; RIBEIRO, 1971). Elas estão associadas a estruturas crustais profundas no Escudo Sul-Rio-Grandense, como zonas de suturas de falhas transcorrentes de tendência NE e arcos dobrados de tendência NW, que se estendem até o manto. Por reativações cratônicas no Mesozoico, se gerou espaço e consequente diminuição de pressão, levando a fusões parciais de rochas mantélicas, possibilitando a formação de líquidos subsaturados em sílica e ricos

em elementos incompatíveis. Estes líquidos ascenderam pela crosta espessa, através das estruturas pré-existentes, favorecendo os sítios de rochas alcalinas. (ALMEIDA, 1983; RIBEIRO, 1980)

A presente pesquisa apresenta uma nova ocorrência de rochas alcalinas na forma de *plugs*, intrusivos no Complexo Granito-gnáissico Pinheiro Machado, pertencente ao Cinturão Dom Feliciano (Figura 1), no município de Canguçu, no Rio Grande do Sul. Com o uso de petrografia e geoquímica de rocha total, este novo litodema foi classificado e comparado com as rochas da Suíte Alcalina Passo da Capela (SAPC), pertencentes à Província Alcalina Piratini, com intuito de contribuir com o entendimento petrogenético das rochas alcalinas no Rio Grande do Sul.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

A área de estudo está situada à 240 km de Porto Alegre, na cidade de Canguçu, localidade de Solidez, no Estado do Rio Grande do Sul. A geologia regional, conforme mapeamento executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM em 2000 (Figura 1), é constituída pelo Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado (CGGPM), pertencente ao Cinturão Dom Feliciano, que é recortado à oeste pela ZTDCG de orientação NE e por estruturas NW, relacionadas ao Arco de Rio Grande. (RIBEIRO, 1980). Localmente o CGGPM é representado pelos Ortognaisses Granodioríticos a Monzogranitos (OGM).

Os OGM ocupam uma faixa de direção nordeste, em zona de cisalhamento transcorrente. São rochas mesocráticas, de cor cinza-claro a rosada e com composição monzogranítica, granodiorítica e tonalítica, de textura porfirítica, com fenocristais entre 5 e 2 mm de grão grosso, em matriz média a grossa, com foliação (N40-60E) marcada pela orientação dos minerais máficos. Sua mineralogia é composta por plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo, subordinadamente anfíbólio e biotita; e como acessórios titanita, allanita, epidoto e zircão. (RAMGRAB; WILDNER, 1999). Ainda, segundo os autores, com base em datações U/Pb (SHIRMP), as rochas pertencem ao Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado, e possuem idades entre  $781 \pm 5$  Ma, marcadas em um xenólito de composição diorítica, associado aos granitóides do complexo, até a idade mais jovem de  $595 \pm 1$  Ma obtida em amostra do Granito Arroio Moinho.

Localmente os OGM são intrudidos por diques de olivina diabásio, de cor cinza-escuro, de estrutura maciça e com granulação fina à grossa. São compostos por feno e microfenocristais de plagioclásio prismático e olivina com bordas coroníticas de piroxênio. A matriz é microcristalina, onde os cristalitos podem ser associados a mineralogia principal, máficos e plagioclásio. (RAMGRAB; WILDNER, 1999).

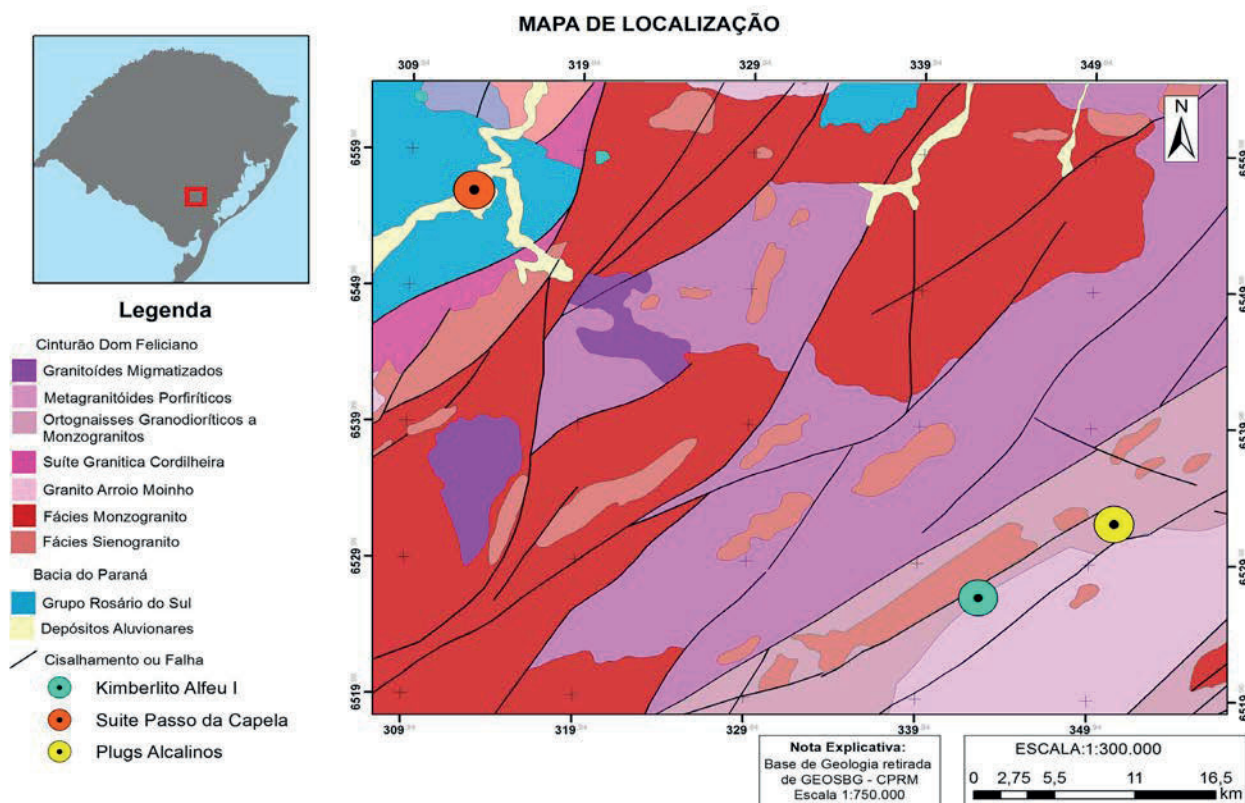


Figura 1: Mapa geológico contendo as ocorrências alcalinas da Província Piratini. Modificado de Ramgrab e Wildner (1999).

As idades inferidas por meio da estratigrafia, correlacionam os diques de olivina diabásio como equivalentes temporais as manifestações basálticas da Formação Serra Geral (Juro-Cretáceo). (RAMGRAB; WILDNER, 1999). Ribeiro (1980) considerou que estas rochas são trazidas à superfície através de fraturamentos profundos, da mesma forma que as rochas alcalinas, também descritas por ele na região.

## 2 METODOLOGIA

Em trabalho de campo, foram descritos os aspectos geológicos e o arcabouço estrutural da área, identificando-se quatro *plugs*, dos quais, foram coletadas cinco amostras, duas AB01 e AB04 do maior *plug* a SW, e uma amostra de cada um dos demais a NE (AB09A, AB09B e AB09C). As amostras foram fracionadas em três alíquotas e destinadas à petrografia, análise por microsonda eletrônica de minerais e geoquímica de rocha total.

A preparação das lâminas delgadas esteve a cargo do Laboratório de Laminação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos. As lâminas AB01B e AB09B foram analisadas pela Microsonda eletrônica JEOL - JXA 8230 – Superprobe (15 Kv, 20 nA e feixe de 2 micrometros) no Laboratório de Microscopia e Microanálises do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. As amostras AB09B e AB04 foram submetidas a análise geoquímicas de rocha total, realizadas pela SGS Geosol Laboratório LTDA, através de pastilhas calcinadas e digeridas por solução multiácida, para estimativa qualitativa e quantitativa de elementos maiores, menores e traços, por fluorescência de raios x, espectrometria de emissão óptica e de massas.

## RESULTADOS E DISCUÇÕES

Foram identificados quatro *plugs* decimétricos a métricos de rocha alcalina, intrudindo os OGM, e justapostos ao seu plano de foliação de tendência NE, sem evidências de transporte tectônico ou boudinagem (Figura 2). Os afloramentos ocorrem em corte de estrada, recobertos por camada de solo castanho escuro, não sendo possível a visualização dos corpos alcalinos em planta. Lateralmente aos *plugs*, desenvolvem-se camadas de saprólito, de cor castanha que gradam para coloração avermelhada no contato com a rocha encaixante.

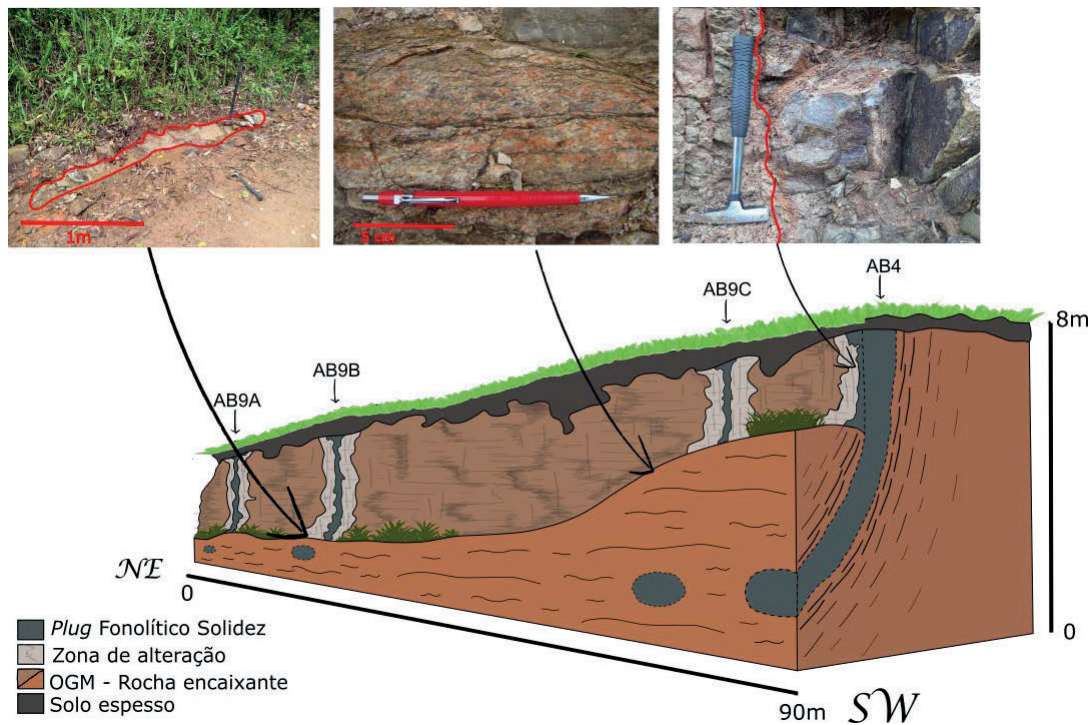


Figura 2: Perfil geológico da área de estudo, mostrado a intrusão dos PFS, justapostos ao plano de foliação. Borda tracejada em preto mostra o contato inferido. No detalhe superior podem ser vistos: a) em vermelho o contato do PFS com encaixante; b) foliação da rocha encaixante OGM e c) superfície de alteração do PFS. Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.1 PETROGRAFIA E QUÍMICA MINERAL

Os fonolitos possuem capa de alteração castanho amarelada e cor cinza escura esverdeada na fratura fresca, sendo mesocráticos, maciços e microporfíricos. Os microfenocristais, que possuem o tamanho de grão entre 0,2 à 0,7 mm, são representados por anfibólios, feldspatos, piroxênios, micas e feldspatoides e estão alinhados marcando a textura traquítica. A matriz afanítica é constituída por feldspatos, piroxênios, feldspatoides e de forma acessória, apatita e minerais secundários como analcima, natrolina, goetita e vemiculita.

Os anfibólios ocorrem como microfenocristais, com tamanho de grão inferior 0,5 mm, com hábito tabular, são zonados, apresentando um núcleo de ferropargasita e ferro-edenita, com bordas de hastingsita, classificados segundo Leake *et al.* (1997) (Figura 3), segundo a análise química mineral (Tabela 1).

	1B_1	1B_2	1B_3	1B_4	1B_5	1B_6	1B_7
<b>SiO2</b>	38,294	38,377	39,47	39,385	39,714	39,524	39,078
<b>TiO2</b>	0,698	0,581	2,923	3,212	3,334	2,847	0,815
<b>Al2O3</b>	10,409	10,967	11,332	10,978	10,725	11,165	9,414
<b>Cr2O3</b>	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>FeO</b>	31,642	31,856	24,49	24,147	23,702	23,765	31,668
<b>MnO</b>	1,124	1,070	0,549	0,549	0,485	0,520	1,238
<b>MgO</b>	0,844	0,858	4,275	4,578	4,835	4,496	0,679
<b>CaO</b>	9,203	9,271	10,408	10,434	10,366	10,411	9,175
<b>Na2O</b>	3,079	3,005	2,335	2,502	2,365	2,409	2,946
<b>K2O</b>	1,835	1,783	1,768	1,761	1,752	1,764	1,806
<b>ZrO2</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>TOTAL</b>	97,128	97,810	97,551	97,546	97,278	96,901	96,819
<b>Si</b>	6,242	6,190	6,232	6,227	6,273	6,278	6,404
<b>Al (vi)</b>	0,241	0,275	0,341	0,273	0,270	0,369	0,222
<b>Fe3+</b>	0,777	0,878	0,141	0,079	0,079	0,030	0,638
<b>CaB</b>	1,607	1,602	1,760	1,767	1,754	1,772	1,611
<b>(Na+K)A</b>	0,962	0,909	0,831	0,890	0,831	0,871	0,924
<b>Mg/(Mg+Fe2+)</b>	0,055	0,057	0,246	0,257	0,272	0,254	0,043

Tabela 1: Análise química parcial de anfibólios, com abreviações de amostras 1B - 9B e identificação do ponto de amostragem.  
Fonte: elaborada pelos autores.

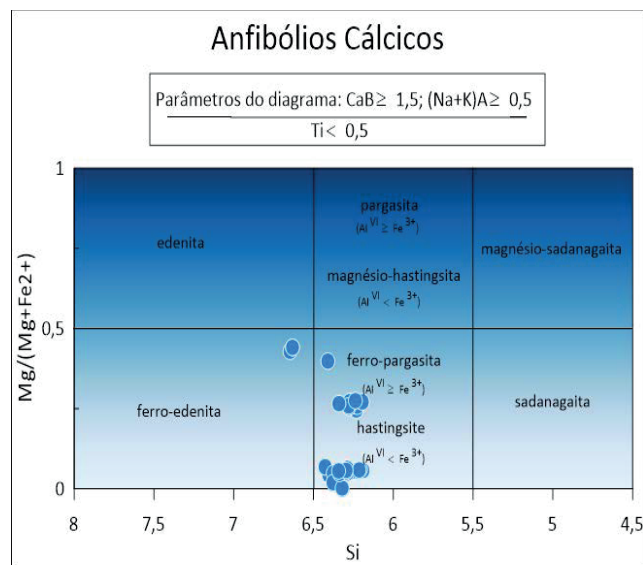


Figura 3: Diagrama classificatório de anfibólios cálcicos segundo Leake et al., (1997), modificado pela autora.

Os feldspatos alcalinos são representados por sanidina, ortoclásio e subordinadamente anortoclásio, na forma de microfenocristais com grão inferior a 0,5 mm, e na matriz inferior a 0,05 mm. Os plagioclásios são sódicos, representados principalmente pela albita e compõem cerca de 5% do núcleo de cristais de feldspatos zonados, interpretados segundo diagrama classificatório de Deer et al., (1981).

	1B_81	1B_83	1B_16	1B_18	1B_19	9B_16	9B_67	9B_93	9B_94	9B_96
<b>SiO2</b>	48,431	48,592	51,932	51,673	47,488	52,422	51,767	48,325	52,982	51,150
<b>TiO2</b>	0,285	0,225	0,615	0,110	0,174	0,241	0,629	0,356	0,282	0,447
<b>Al2O3</b>	1,265	1,227	1,109	0,717	1,221	1,816	1,153	1,357	1,085	1,689
<b>Fe2O3</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Cr2O3</b>	0,000	0,000	0,031	0,000	0,041	0,025	0,000	0,006	0,030	0,073
<b>FeO</b>	24,858	24,426	29,829	28,860	26,541	29,797	29,138	27,555	29,107	28,109
<b>MnO</b>	1,770	1,560	0,749	0,573	2,389	0,245	0,749	1,713	0,625	0,736
<b>MgO</b>	0,714	0,691	0,105	0,052	0,600	0,035	0,042	0,693	0,080	0,127
<b>CaO</b>	16,856	16,090	5,537	1,495	16,422	0,919	5,258	16,749	1,242	6,195
<b>Na2O</b>	3,297	3,473	9,859	11,828	3,107	12,373	10,044	3,303	13,271	9,339
<b>K2O</b>	0,047	0,085	0,025	0,038	0,202	0,166	0,056	0,028	0,020	0,172
<b>Total</b>	97,523	96,369	99,791	95,346	98,185	98,039	98,836	100,085	98,724	98,037
<b>Si</b>	1,977	2,002	1,987	2,029	1,937	1,995	1,994	1,931	1,989	1,990
<b>Ti</b>	0,009	0,007	0,018	0,003	0,005	0,007	0,018	0,011	0,008	0,013
<b>Al</b>	0,061	0,060	0,050	0,033	0,059	0,081	0,052	0,064	0,048	0,077
<b>Fe+3</b>	0,232	0,204	0,672	0,805	0,312	0,836	0,676	0,310	0,914	0,627
<b>Cr+3</b>	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002
<b>Fe+2</b>	0,617	0,638	0,282	0,142	0,593	0,112	0,263	0,611	0,000	0,287
<b>Mn</b>	0,061	0,054	0,024	0,019	0,083	0,008	0,024	0,058	0,020	0,024
<b>Mg</b>	0,043	0,042	0,006	0,003	0,036	0,002	0,002	0,041	0,004	0,007
<b>Ca</b>	0,737	0,710	0,227	0,063	0,718	0,037	0,217	0,717	0,050	0,258
<b>Na</b>	0,261	0,277	0,731	0,900	0,246	0,913	0,750	0,256	0,966	0,704
<b>K</b>	0,002	0,004	0,001	0,002	0,011	0,008	0,003	0,001	0,001	0,009
<b>Q</b>	1,398	1,391	0,515	0,208	1,347	0,152	0,482	1,369	0,054	0,553
<b>J (Na+)</b>	1,107	1,081	2,909	3,477	1,236	3,661	2,957	1,260	3,856	2,823
<b>Q</b>	75,330	75,330	32,380	17,810	74,380	12,480	25,420	75,360	6,320	32,410
<b>Jd</b>	10,160	10,160	5,660	0,000	3,800	5,490	5,000	5,460	4,780	5,570
<b>Aeg</b>	14,510	14,510	61,960	82,190	21,820	82,030	69,570	19,180	88,900	62,020

Fotografia 1 - Imagem de elétrons retro-espalhados de microsonda eletrônica com escala gráfica 100µm. A) feldspato zonado, mostrando bordas de sanidinas (sa) e núcleo de anortoclase (anrt), em aumento de 120X; B) microcristais de nefelina indicados com setas vermelhas, em aumento de 220X C) e D) zonação em anfíbólios hastingsita (hs), ferro-pargasita (fpgr) e ferro-edenita (fed), com aumento de 270 X e 80X; E) zonação de clinopiroxênio aegirina (aeg) e aegirina-augita (agt), com aumento de 270X; e F) microcristais de apatitas indicados com setas vermelhas com aumento de 50X. Fonte: LMic – UFOP, modificado pela autora.

### 3.2 GEOQUÍMICA DE ROCHA TOTAL

A partir dos dados geoquímicos de rocha total (Figura 5) e conforme classificação geoquímica TAS (*Total Alkali-Silica*), as duas amostras analisadas do PFS (AB09B e AB04) se classificam como fonolitos (Figura 5), da mesma forma que os dados da SAPC (GRECCO *et al.*, 2015; BARBIERI *et al.*, 1987). Os PFS apresentam caráter sódico e nesse ponto diferem da SAPC, que tem caráter transicional (*inset* Figura 5), conforme digrama discriminante de Comin-Chiaramonti e Gomes, (1996).

	AB09B	AB04		AB09B	AB04
SiO <sub>2</sub>	58,40	57,40	K	40000,00	27900,00
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,04	Rb	100,20	102,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,50	20,10	Sr	9,20	28,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,33	4,21	Zr	1801,10	1846,00
MnO	0,21	0,21	Nb	150,84	159,81
MgO	<0,1	<0,1	Ba	8,00	9,00
CaO	0,69	0,70	Ta	13,16	14,03
Na <sub>2</sub> O	10,20	9,49	Y	65,15	67,82
K <sub>2</sub> O	5,17	5,01	La	125,70	131,90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,03	Ce	221,40	229,40
BaO	0,01	<0,01	Pr	21,54	23,31
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	Nd	68,50	71,08
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0,05	<0,05	Sm	11,20	10,80
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0,01	<0,01	Eu	0,59	0,58
L.O.I.	1,62	2,79	Gd	9,76	10,01
<b>Total</b>	<b>101,20</b>	<b>99,98</b>	Tb	1,68	1,89
			Dy	11,18	10,85
			Er	6,88	7,38
			Yb	8,30	8,70
			Lu	1,29	1,26
			Th	22,60	23,50
			U	9,54	10,02

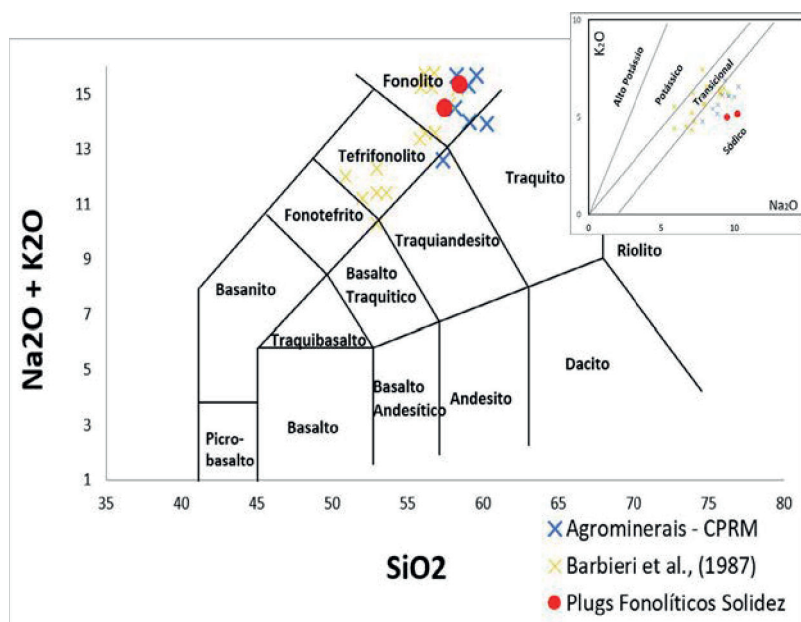


Figura 5: Análises geoquímicas de rocha total das amostras AB09 e AB04 para elementos maiores, menores e traços para Plugs Fonolíticos Solidez; Classificação geoquímica TAS (Total Alkali-Silica) e inseto digrama discriminante de Comin-Chiaramonti e Gomes, (1996) para os Plugs Fonolíticos Solidez e a Suíte Alcalina Passo da Capela, modificados pela autora.

A interpretação geoquímica do diagrama multielementar de ETR normalizado pelo condrito (EVENSEN; HAMILTON; O'NIONS, 1978), indica um enriquecimento de ETRs, mais pronunciado de ETRL do que ETRP, com exceção de Eu (Figura 6A). Estes resultados indicam um possível fracionamento de fases minerais. O comportamento médio da SAPC apresenta tendências semelhantes aos dos PFS, porém com menor enriquecimento relativo de ETRs.

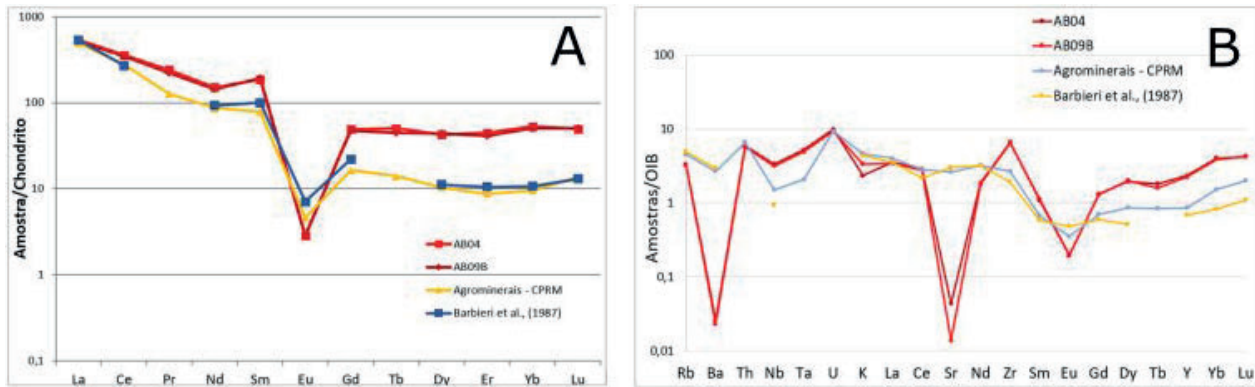


Figura 6: Diagramas multielementares para os Plugs Fonolíticos Solidez e a Suíte Alcalina Passo da Capela: A) ETRs de normalização pelo Condrito, segundo Evensen et al.,(1978); e B) normalização por OIBs, segundo Sun e McDonough (1989), modificados pela autora.

A análise do diagrama multielementar da Figura 6B, contendo os elementos incompatíveis normalizados pelo *Ocean Island Basalts* (OIBs – basaltos de ilha oceânica) segundo Sun e McDonough (1989), revelam que tanto os PFS e SAPC apresentam similaridade geoquímica com estes basaltos, assim como acontece com outras rochas alcalinas mesozoicas. (RICCOMINI; VELÁZQUEZ; GOMES, 2005). A anomalia negativa de Ba e Sr nos PFS, com relação aos SAPC, possivelmente se devem a uma diferença na cristalização fracionada entre ambos.

## 4 CONCLUSÕES

A análise de dados petrográficos e geoquímicos permitiram a comparação entre os *Plugs* Fonolíticos Solidez (PFS) e a Suíte Alcalina Passo da Capela (SAPC), evidenciando que as diferenças mineralógicas, as anomalias negativas de elementos incompatíveis além do enriquecimento relativo de ETRs demonstram que, os PFS constituem um novo litodema alcalino. Segundo a argumentação de Scheibe (1989) o comportamento na SAPC, com um padrão côncavo em forma de “V” para os ETRs, pode ser explicado por processos de fracionamento, formando um *trend* evolutivo com origem em basanitos, originando aos fonolitos tefríticos que também foram fracionados e formaram fonolitos. Esse comportamento, por semelhança, pode explicar a origem dos PFS.

A SAPC e os PFS possuem assinatura geoquímica semelhante, relacionáveis aos *Ocean Island Basalts* (OIBs – basaltos de ilha oceânica), porém com maior enriquecimento relativo de elementos incompatíveis.

Conceição *et al.* (2019), com base em dados geoquímicos e isotópicos, afirmam que a fonte do magmatismo que originou o Kimberlito Rosário-6, com idades U-Pb ca. 128Ma, localizado à aproximadamente 220 km da área de estudo, tem origem a partir de um manto depletado e metassomatizado por fluidos ricos em H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> e silicatos, derivados da reciclagem de uma antiga placa oceânica subduzida (eclogítica), anterior a abertura do Oceano Atlântico Sul. Com base nestes argumentos, é possível justificar as anomalias positivas de elementos incompatíveis do manto metassomatizado subjacente à Província Alcalina Piratini.

Desta forma, durante a reativação mesozoica, o manto metassomatizado poderia ter sido fundido parcialmente por descompressão, originando os líquidos magmáticos que sofreram cristalização fracionada, conforme o *trend* evolutivo descrito por Scheibe (1989), e formaram a Suíte Alcalina Passo da Capela e os *Plugs* Fonolíticos Solidez.



## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as contribuições pertinentes da banca examinadora à monografia, apresentada como requisito parcial para conclusão do curso de Geologia, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos e que deu origem a este trabalho. Agradecimento especial a equipe do Laboratório de Microscopia e Microanálises, do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto e ao Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. Relações Tectônicas das Rochas Alcalinas Mesozoicas da Região Meridional da Plataforma Sul-Americana. **Revista Brasileira de Geociências**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 139–158, 1983. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/12148>. Acesso em: 6 fev. 2019.
- BARBIERI, M. *et al.* Petrological and Geochemical Studies of Alkaline Rocks from Continental Brazil. 1. The phonolite Suite from Piratini, RS. **Geochimica Brasiliensis**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 109–138, 1987.
- CALDASSO, A. L. S.; SANDER, A. O Diatrema de Canguçu e Rochas Alcalinas Associadas. In: **38° Congresso Brasileiro de Geologia**. Balneário Camburiú - SC: [s. n.], 1994. p. 59–60.
- CHEMALE JR, F.; HARTMANN, L. A.; SILVA, L. C. Stratigraphy and Tectonism of the Brasiliano Cycle in Southern Brazil. **Communications - Geological Survey of Namibia**, [s. l.], v. 10, p. 151–166, 1995. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0029430491&partnerID=40&md5=75eb12361c6e811664c448f847b08353>
- COMIN CHIARAMONTI, P; GOMES, C B. **Alkaline magmatism in central-eastern Paraguay-Relationships with coeval magmatism in Brazil**. Edusp/Fapeed. São Paulo: [s. n.], 1996.
- CONCEIÇÃO, R. V. *et al.* Geochemistry and geodynamic implications on the source of Paraná-Etendeka Large Igneous Province evidenced by the 128 Ma Rosário-6 Kimberlite, southern Brazil. **LITHOS**, [s. l.], v. 328–329, p. 130–145, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.01.012>
- DEER, W. A. *et al.* **Minerais constituintes das rochas: uma introdução**. [S. l.: s. n.], 1981.
- EVENSEN, N. M.; HAMILTON, P. J.; O'NIONS, R. K. Rare-earth abundances in chondritic meteorites. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, [s. l.], v. 42, n. 8, p. 1199–1212, 1978.
- LEAKE, B. E. *et al.* Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on new minerals and mineral names. [s. l.], v. 35, p. 219–246, 1997.
- MORIMOTO, N. Nomenclature of pyroxenes. **Mineralogy and Petrology**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 55–76, 1988.
- RAMGRAB, G. E.; WILDNER, W. **Pedro Osório, Folha SH.22-Y-C**. [S. l.: s. n.], 1999.
- RIBEIRO, M. Geossuturas do escudo do rio grande do sul. In: , 1980. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 1980. p. 2178–2709.
- RIBEIRO, M. UMA PROVÍNCIA ALCALINA NO RIO GRANDE DO SUL. **Iheringia, Museu Riograndense de Ciências Naturais**, [s. l.], p. 59–71, 1971.
- RICCOMINI, C.; VELÁZQUEZ, V. F.; GOMES, C. B. Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in central-southeastern Brazilian Platform. In: GOMES C. B. & COMIN-CHIARAMONTI, P (org.). [S. l.]: Edusp, 2005. p. 31–55.
- SCHEIBE, L. F. A Geoquímica dos Elementos Terras Raras nas Rochas Alcalinas, Carbonatitos e Kimberlitos; Estudos de Ocorrências Brasileiras. In: GEOQUÍMICA DOS EMENTOS TERRAS RARAS NO BRASIL. [S. l.: s. n.], 1989. p. 37–46.
- SUN, S. S.; MCDONOUGH, W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. **Geological Society, London, Special Publications**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 313–345, 1989.

# TEMA 18



**Sensoriamento Remoto, Geoestatística e  
Modelagem Espacial**