QUANTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DA GÊNESE DAS ROCHAS DA FORMAÇÃO ACAMPAMENTO VELHO NO PLATÔ DO TAQUAREMBÓ, DOM PEDRITO, RS

Coutinho, R. S.[1], *Gregory, T. R.*[1], *Matté, V.*[1]

1 – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, Brasil

ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO

- Introdução
- Objetivo
- Materiais e Métodos
- Resultados
- Conclusões

INTRODUÇÃO

- A **Formação Acampamento velho** (FAV) consiste no segundo evento magmático da Bacia do Camaquã (BC).

- A BC foi formada nos últimos estágios do ciclo orogênico Brasiliano (Cambriano inferior) devido aos movimentos transcorrentes; ambiente de **pós-colisão** entre as placas Kalahari e Rio de La Plata.

- A FAV representa uma associação de rochas vulcânicas e subvulcânicas; **vulcanismo bimodal**.

- Municípios de Caçapava do Sul, **Dom Pedrito** e Vila Nova do Sul.

INTRODUÇÃO

- Em Dom Pedrito estas rochas afloram na região do **Platô do Taquarembó** (PT), Wildner *et al*. (1999).

- As rochas da FAV no PT incluem basaltos de alto e baixo Ti-P, intrusões subvulcânicas quartzo-monzoníticas e sieníticas, fluxos comendiíticos e fluxos riolíticos.

- Magmatismo/Vulcanismo bimodal.

- **Processos** da gênese dessas rochas: fusão parcial do manto e/ou da crosta, mistura de magmas e a cristalização fracionada com ou sem contaminação crustal.

- **Modelos** desses processos se distinguem principalmente na forma de separação entre as fases sólidas e líquidas.

OBJETIVO

- O objetivo deste trabalho consiste em **quantificar** os processos de fusão do manto e de cristalização fracionada relacionados à gênese das rochas da FAV.

Materiais e Métodos

- Balanço de massa realizado com os elementos maiores.
- Modelagem com os elementos-traço.
- Os cálculos de balanço de massa são realizados através do *software* Petrograph®.
- Parâmetro para avaliação da qualidade dos resultados: Soma dos Quadrados dos Resíduos (SQR); Menor SRQ, melhor resultados.
- A modelagem com os elementos-traço é realizada através do *software* PETROMODELER®.
- Dados geoquímicos obtidos de Wildner *et al*. (1999)

FUSÃO PARCIAL

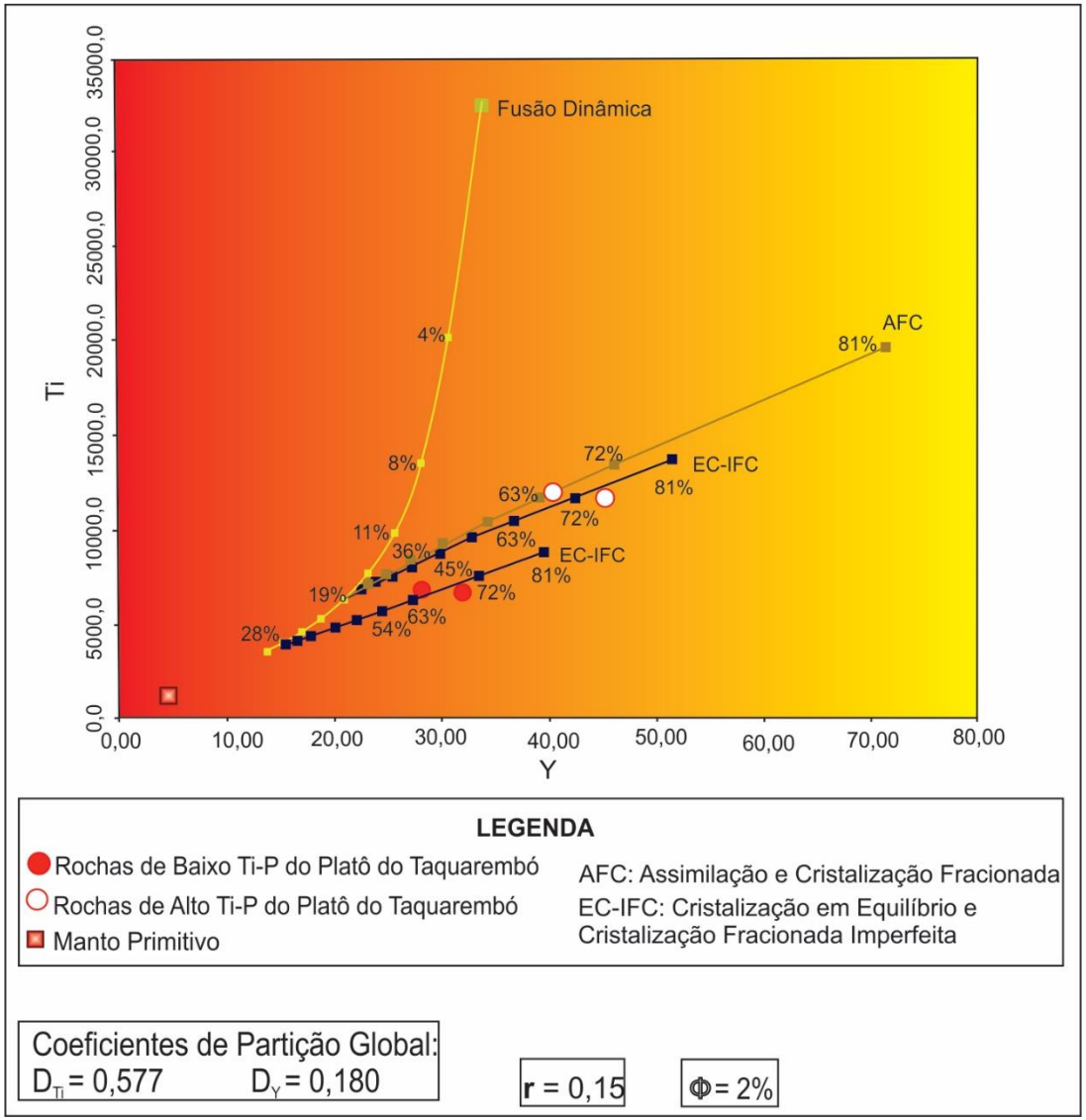

Figura 2 – Diagrama Y *versus* Ti, mostrando a quantificação dos processos de fusão do manto e de cristalização fracionada responsáveis pela gênese das rochas básicas de Alto e Baixo Ti-P. Nos modelos AFC e EC-IFC são fracionados os minerais plagioclásio, piroxênio, feldspato e menor quantidade de magnetita e ilmenita.

CRISTALIZAÇÃO FRACIONADA

Tabela 1 - Cálculo de balanço de massa de um magma básico de alto Ti-P (L_0) até um magma sienítico (L_f). Valores recalculados para 100%.

Óxido	L_0	L_f	Ilm	Aug	Px Na	Plag	C_{frc}	D_{ob}	D_{cl}	Resíduo
SiO_2	57,61	62,37	0,00	51,00	50,0	55,0	51,0	4,00	4,00	0,00
TiO_2	1,09	1,08	52,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	16,30	13,98	0,00	3,00	0,00	29,0	18,00	-2,00	-1,00	0,00
FeO_{tot}	9,78	9,68	47,00	11,00	29,0	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	3,26	1,08	0,00	13,00	1,00	0,00	3,00	-2,00	-1,00	-1,00
CaO	6,52	3,23	0,00	19,00	14,0	11,0	13,00	-3,00	-4,00	0,00
Na_2O	3,26	4,30	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	1,00	0,00	0,00
K_2O	2,17	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00
P_2O_5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									Total	0,00
Soma dos Quadrados dos Resíduos										3,00
Fases fracionadas (%)			-1,00	-10,00	-4,00	-25,00				
Fases fracionadas*			4,00	26,00	10,00	58,00				
Fases adicionadas*			0,00	0,00	0,00	0,00				
Fases subtraídas*			4,00	26,00	10,00	58,00				
Total fracionado (%)			**40,00**							

L_0: Composição do líquido inicial; L_f: Composição do líquido final; C_{frc}: Composição do fracionado; D_{ob}: Diferença observada entre magmas; D_{cl}: Diferença calculada entre magmas; *: resultado para 100%.

Tabela 2 - Cálculo de balanço de massa de um magma básico de baixo Ti-P (L_0) até um magma sienítico (L_f). Valores recalculados para 100%.

Óxido	Inicial	Final	Ilm	Bt	Aug	Plg	C_{frc}	D_{ob}	D_{cl}	Resíduo
SiO_2	58,33	63,44	0	28	53	56	52	5	5	0
TiO_2	1,042	1,075	52	0	0	0	0	0	0	0
$Al2O_3$	16,67	13,98	0	20	3	28	19	-2	-2	0
$FeO_{to}t$	7,292	8,602	47	38	8	0	6	1	1	0
MnO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
MgO	4,167	1,075	0	11	15	0	6	-3	-2	0
CaO	7,292	3,226	0	0	19	11	12	-4	-4	0
Na_2O	3,125	4,301	0	0	0	4	2	1	0	0
K_2O	2,083	4,301	0	0	0	0	0	2	2	0
P_2O_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									Total	0,00
Soma dos Quadrados dos Resíduos										1,00
Fases fracionadas (%)		0	-4	-15	-28					
Fases fracionadas*		0	8	32	57					
Fases adicionadas*		0	0	0	0					
Fases subtraídas*		0	8	32	57					
Total fracionado (%)		**47,00**								

L_0: Composição do líquido inicial; L_f: Composição do líquido final; C_{frc}: Composição do fracionado; D_{ob}: Diferença observada entre magmas; D_{cl}: Diferença calculada entre magmas; *: resultado para 100%.

Tabela 3 - Cálculo de balanço de massa de um magma sienítico (L_0) até um magma quartzo-monzonítico (L_f). Valores recalculados para 100%.

Óxido	L_0	L_f	Bt	Ilm	Plg	Anf	C_{frc}	D_{ob}	D_{cl}	Resíduo
SiO2	62,37	70,97	28,00	0,00	56,00	56,00	47,00	8,00	7,00	0,00
TiO2	1,08	0,00	0,00	52,00	0,00	0,00	4,00	-1,00	-1,00	0,00
Al2O3	13,98	13,98	20,00	0,00	28,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00
FeOtot	9,68	4,30	38,00	47,00	0,00	36,00	21,00	-5,00	-5,00	0,00
MnO	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	1,08	1,08	11,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
CaO	3,23	2,15	0,00	0,00	11,00	0,00	5,00	-1,00	0,00	0,00
Na2O	4,30	3,23	0,00	0,00	4,00	5,00	3,00	-1,00	0,00	0,00
K2O	4,30	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	-1,00
P2O5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								Total		0,00
Soma dos Quadrados dos Resíduos										4,00
Fases fracionadas (%)			-4,00	-3,00	-15,00	-10,00				
Fases fracionadas (100%)			13,00	9,00	45,00	32,00				
Fases adicionadas (100%)			0,00	0,00	0,00	0,00				
Fases subtraídas (100%)			13,00	9,00	45,00	32,00				
Total fracionado (%)			**32,00**							

L_0: Composição do líquido inicial; L_f: Composição do líquido final; C_{frc}: Composição do fracionado; D_{ob}: Diferença observada entre magmas; D_{cl}: Diferença calculada entre magmas; *: resultado para 100%.

Tabela 4 - Cálculo de balanço de massa de um magma quartzo-monzonítico (L_0) até um magma comendiítico (L_f). Valores recalculados para 100%.

Óxido	L_0	L_f	feld	Anf	Plg	C_{frc}	D_{ob}	D_{cl}	Resíduo
SiO_2	70,97	74,47	65,00	56,00	56,00	60,00	3,00	3,00	0,00
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	13,98	12,77	18,00	0,00	28,00	21,00	-1,00	-2,00	0,00
FeO_{tot}	4,30	5,32	0,00	36,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	1,08	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	-1,00
CaO	2,15	0,00	0,00	0,00	11,00	4,00	-2,00	-1,00	0,00
Na_2O	3,23	4,26	1,00	5,00	4,00	2,00	1,00	0,00	0,00
K_2O	4,30	3,19	15,00	0,00	0,00	7,00	-1,00	-1,00	0,00
P_2O_5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								Total	0,00
Soma dos Quadrados dos Resíduos									3,00
Fases fracionadas (%)			-12,00	-2,00	-10,00				
Fases fracionadas*			49,00	8,00	42,00				
Fases adicionadas*			0,00	0,00	0,00				
Fases subtraídas*			49,00	8,00	42,00				
Total fracionado (%)			**24,00**						

L_0: Composição do líquido inicial; L_f: Composição do líquido final; C_{frc}: Composição do fracionado; D_{ob}: Diferença observada entre magmas; D_{cl}: Diferença calculada entre magmas; *: resultado para 100%.

Tabela 5 - Cálculo de balanço de massa de um magma comendiítico (L_0) até magma riolítico (L_f). Valores recalculados para 100%.

Óxido	L_0	L_f	feld	Anf	Plg	C_{frc}	D_{ob}	D_{cl}	Resíduo
SiO_2	74,47	77,08	69,00	56,00	56,00	65,00	2,00	2,00	0,00
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	12,77	11,46	20,00	0,00	28,00	16,00	-1,00	-1,00	0,00
FeO_{tot}	5,32	4,17	0,00	36,00	0,00	8,00	-1,00	-1,00	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na_2O	4,26	3,13	10,00	5,00	4,00	8,00	-1,00	-1,00	0,00
K_2O	3,19	4,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P_2O_5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								Total	0,00
Soma dos Quadrados dos Resíduos									0,00
Fases fracionadas (%)			-15,00	-5,00	-2,00				
Fases fracionadas*			69,00	23,00	6,00				
Fases adicionadas*			0,00	0,00	0,00				
Fases subtraídas*			69,00	23,00	6,00				
Total fracionado (%)			**22,00**						

L_0: Composição do líquido inicial; L_f: Composição do líquido final; C_{frc}: Composição do fracionado; D_{ob}: Diferença observada entre magmas; D_{cl}: Diferença calculada entre magmas; *: resultado para 100%.

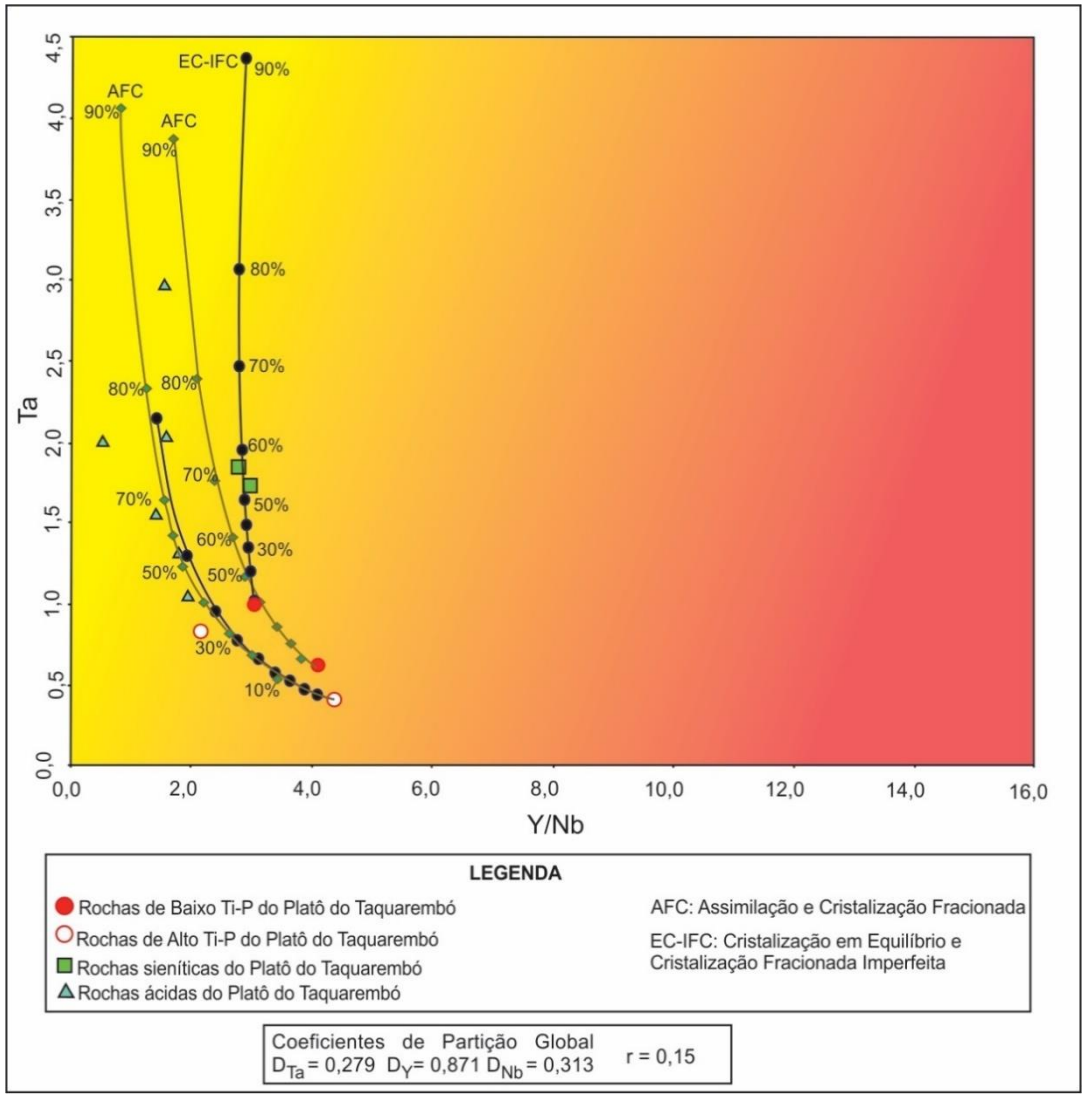

Figura 2 – Diagrama Ta *versus* (Y/Nb), mostrando diferentes *trends* de evolução magmática a partir das composições básicas de alto e baixo Ti-P para a formação dos magmas mais evoluídos de composição sienítica, quartzo-monzoníticas, comendiíticas e riolíticas. As curvas AFC e EC-IFC representam o fracionamento das fases plagioclásio (45%), piroxênio (38%), feldspato alcalino (9%), magnetita (entre 3% e 5%) e ilmenita (entre 2% e 5%).

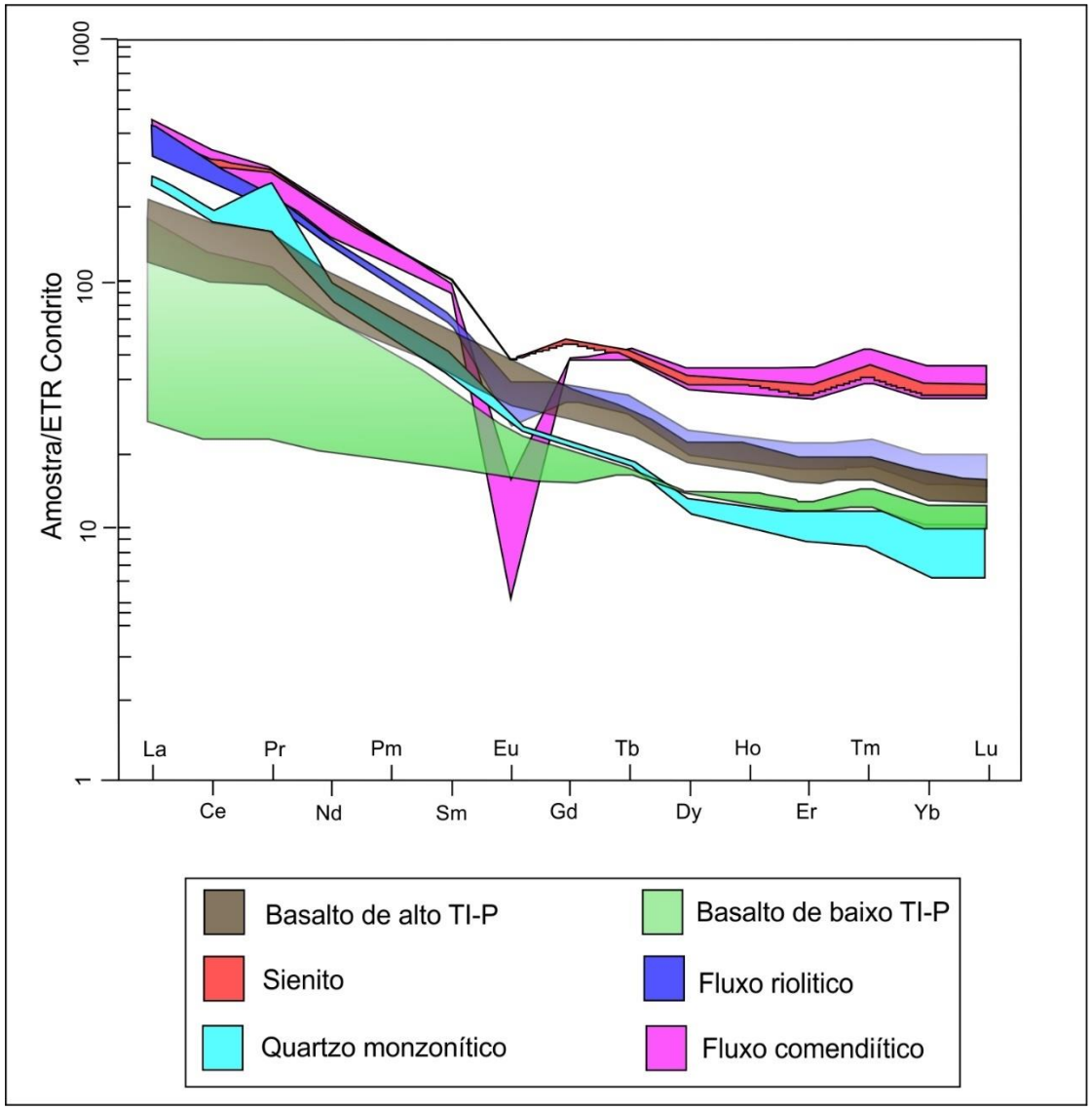

Figura 3 – *Spidergram* dos Elementos Terras Raras normalizados ao Condrito mostrando uma forte anomalia negativa no elemento Eu. (NAKAMURA ,1974).

Conclusões

- Diferentes taxas de fusão do manto para a geração das rochas de alto e baixo Ti-P.

- Evolução do magma de alto e de baixo Ti-P para a formação das rochas sienítica e riolíticas.

- Modelos de Assimilação e Cristalização fracionada (AFC) e de Cristalização fracionada imperfeita e cristalização em Equilíbrio (EC-IFC) descrevem a evolução magmática.

- Principal mecanismo de evolução magmática: Cristalização fracionada.

REFERÊNCIAS

- Nakamura N. **Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites.** Geochim. Cosmochim. Acta 38, 757-775, 1974.

- ELTHON, D. and Scarfe, C. M. **High pressure phase equilibria of a high-MgO basalt and the genesis of primary ceanic basalts**. Amer. Mineral., 69, 1-15, 1984.

- WILDNER, W., Nardi, L.V.S., & Lima, F.E. **Post-Collisional Alkaline Magmatism on the Taquarembó Plateau: A Well-Preserved Neoproterozoic–Cambrian Plutono-volcanic Association in Southern Brazil**, Intenational Geology Review, 41:12, 1082-1098, 1999.

- PETRELLI M., Poli G., Perugini D., Peccerillo **A. Petrograph: a New Software to Visualize, Model, and Present Geochemical Data in Igneous Petrology. Geochem**. Geophys. Geosyst., Vol6, Q0711, 26 july 2005.

- ERSOY, E. Y **Petromodeler (Petrological Modeler): a Microsoft Excel spreadsheet program for modelling melting, mixing, crystallization and assimilation process in magmatic systems** Turkish J Earth Sci, 22: 115-125, 2013.

- Figura: http://www.redorbit.com/news/science/1113068160/mass-extinction-happened-faster-than-previously-believed-021114. Acessado em 20/05/2017.

OBRIGADO!

e-mail: rennecout@hotmail.com