

APLICAÇÃO DO GEOTERMÔMETRO Zr-EM-RUTILO NA NAPPE ANDRELÂNDIA, BORDA SUL DO CRÁTON SÃO FRANCISCO

Teixeira, A. W. (Universidade de São Paulo; alice.teixeira@usp.br) &
Campos-Neto, M. C. (Universidade de São Paulo; camposnt@usp.br)

Resumo

Estudos recentes sobre a dependência da temperatura na solubilidade de zircônio em rutilo têm identificado termômetros em sistemas onde o rutilo coexiste com quartzo e zircão. Experimentos realizados para determinação termodinâmica dos membros-finais da reação $\text{ZrSiO}_4(\text{Zrc}) = \text{ZrO}_2(\text{Bd em Rt}) + \text{SiO}_2(\text{Qtz})$ e de novas equações termométricas, sugerem uma pressão-dependência do termômetro, identificando que há diminuição do zircônio com o aumento da pressão.

Neste trabalho o cálculo da temperatura foi realizado através de uma equação que considera mudanças de pressão do sistema. Foram selecionadas amostras do alóctone inferior do setor oriental do sistema de nappes Andrelândia, Neoproterozóico orogênico na margem sul do Cráton do São Francisco. Foram analisados os cristais de rutilo inclusos em granada, minimizando a perda de Zr nas reações metamórficas retrogressivas.

Identificou-se assim que a nappe Andrelândia, na região, exibe um padrão metamórfico invertido, controlado por uma seção contínua de temperaturas (para uma pressão de 10 kbar), no intervalo entre 615°C na base e 714°C no topo.

Palavras-chave: Sistema de Nappes Andrelândia; Geotermômetro Zr-em-rutilo; Padrão metamórfico invertido.

Abstract

Recent studies about the temperature dependence on the solubility of zirconium in rutile have identified thermometers in systems which crystals of rutile coexist with quartz and zircon. Experiments that have been made for thermodynamic determination of the end-members of the reaction $\text{ZrSiO}_4 = \text{ZrO}_2 + \text{SiO}_2$ and other new thermometric equations suggest a pressure dependence of the thermometer, identifying a decrease of zirconium with the increase of pressure.

In this paper, the temperature analyses were realized through an equation that considers changes of pressure in the system. The samples were collected in the lower allocthon of the oriental sector of the Andrelândia Nappe System, a Neoproterozoic orogen on the south margin of the São Francisco craton. Inclusions of rutile in crystals of garnet were identified and analyzed, minimizing the loss of zirconium in the retrogressive metamorphic reactions.

Therefore, the Andrelândia Nappe, in this region, shows an inverted metamorphic pattern, controlled by a progressive increase of temperatures (for a pressure of 10 kbar), in the interval of 615 °C at the base and 714 °C at the top.

Keywords: Andrelândia Nappe System ; zirconium-in-rutile geothermometer; inverted metamorphic pattern.

INTRODUÇÃO

Estudos recentes sobre a dependência da temperatura na solubilidade de zircônio em rutilo elaborados por Zack *et al.* (2004) e Watson *et al.* (2006) têm determinado termômetros em sistemas onde o rutilo coexiste com quartzo e zircão. Baseados no aumento do conteúdo de zircônio em rutilo com a temperatura e na mudança de volume necessária para a substituição catiônica de Zr^{4+} por Ti^{4+} , o que sugere uma pressão-dependência do termômetro (diminuição do zircônio com o aumento da pressão), Tomkins *et al.* (2007) realizaram experimentos a 10, 20 e 30 Kbar para a determinação termodinâmica dos membros-finais da reação $ZrSiO_4(Zrc) = ZrO_2(Bd \text{ em } Rt) + SiO_2(Qtz)$ e de novas equações termométricas.

OBJETIVOS E OBJETO DE ESTUDO

O objetivo da pesquisa foi quantificar a temperatura do metamorfismo, em uma seção através de um segmento alóctone de um sistema de nappes, onde as paragêneses minerais indicam um padrão metamórfico invertido. Em presença de granada, cianita, muscovita e biotita, os xistos pelíticos na base da estrutura possuem estauroлита e Mg-clorita, enquanto que no topo, microclínio e leucossoma trondjemítico.

O objeto de estudo foi a nappe inferior do setor oriental do sistema de nappes Andrelândia, em transporte para NE, contra a borda sul do Cráton do São Francisco, no Neoproterozóico Ediacarano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o cálculo da temperatura neste trabalho utilizou-se a equação, pressão dependente, da calibração experimental de Tomkins *et al.* (2007), sendo $T (^{\circ}C) = \{[83.9 + (0.410 P)] - 273\} / [0.1428 - (R * \ln Zr)]$, onde R é a constante dos gases (0.0083144 kJ/K) e o Zr é convertido em ppm.

A amostragem foi realizada em duas seções a partir do assoalho da nappe (Neoproterozóico - Grupo Carrancas) ao alóctone superior (nappe Liberdade) metamorfasado em fácies anfibolito médio-superior de alta pressão. Foram analisados os cristais de rutilo inclusos em porfiroblastos de granada e dispersos na matriz dos micaxistos. Neste trabalho foram utilizados os resultados obtidos nos cristais inclusos, parcialmente protegidos da troca catiônica na retrogressão metamórfica.

A pressão de 10 kbar, utilizada no cálculo das temperaturas, corresponde ao valor médio das pressões obtidas no *THERMOCALC* (Powell & Holland, 1988) para as associações minerais em paragênese com o núcleo dos porfiroblastos de granada.

RESULTADOS

Os resultados obtidos estão representados nas figuras 1 e 2. Indicam o aumento sistemático das temperaturas, da base (contato com o grupo Carrancas) ao topo (contato com a nappe Liberdade) do alóctone inferior (nappe Andrelândia).

Para uma pressão de 10 kbar, as temperaturas Zr-em-rutilo encontram-se no intervalo entre 615°C (na base) e 714°C (no topo).

CONCLUSÃO

Identificou-se assim, que as temperaturas da nappe Andrelândia conferem ao alóctone um padrão de metamorfismo com polaridade invertida, ou seja, há um acréscimo de temperatura da base para o topo do pacote alóctone, controlado por uma seção contínua de temperaturas.

O controle tectônico para este padrão metamórfico é interpretado na colocação sin-metamórfica da lasca crustal da Nappe Liberdade.

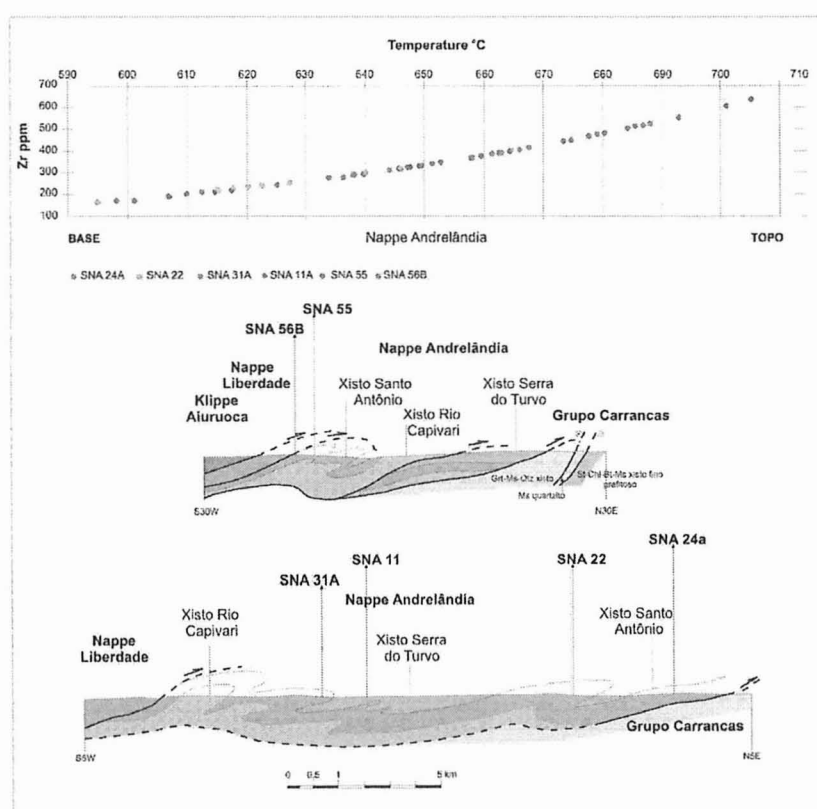


Figura 1: Gráfico de temperaturas Zr-em-rutilo a 10 kbar de pressão ao longo das seções geológicas realizadas a NW e a N da cidade de Serranos (MG - Folha Aiuruoca – SF-23-X-C-IV-4).

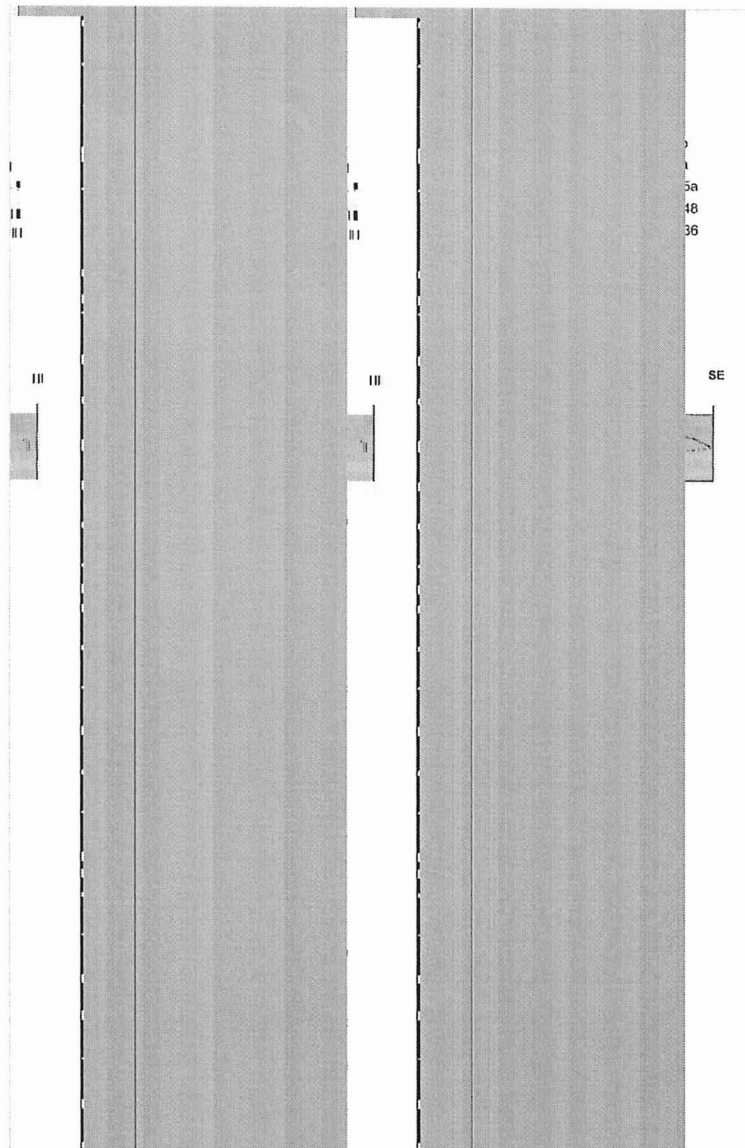


Figura 2: Gráfico de temperaturas Zr-em Rt a 10 kbar de pressão ao longo de seções geológicas elaboradas na Serra de Santo Antônio-MG.

Referências

- POWELL, R. & HOLLAND, T.J.B, 1988. An internally consistent thermodynamic data set with uncertainties and correlations: 3. Application methods, a worked example and a computer program. *Journal of metamorphic Geology*, **6**: 173-204.
- TOMKINS, H. S.; POWELL, R.; ELLIS, D. J. 2007. The pressure dependence of zirconium-in-rutile thermometer. *Journal of Metamorphic Geology*. **25**: 703-713.
- ZACK, T.; MORAES, R.; KRONZ, A. 2004. Temperature dependence of Zr in rutile: empirical calibration of a rutile thermometer. *Contribution to Mineralogy and Petrology*. **148**: 471-488.
- WATSON, E.B.; WARK, D.A.; THOMAS, J.B. 2006. Crystallization thermometers for zircon and rutile. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, Original Paper, DOI 10.1007/ss00410-006-0068-5.