

# **Processos de geração de zircão em granulitos de alta pressão da Klippe Carvalhos, Orógeno Brasília Meridional**

**Autor: Gyovana Patricia Gonçalves Costa**

**Orientador: Cauê Rodrigues Cioffi**

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo – IGc/USP

e-mail: [costagyovana@usp.br](mailto:costagyovana@usp.br); [cauecioffi@usp.br](mailto:cauecioffi@usp.br)

## **Objetivos**

A partir da geocronologia U-Pb em zircão e geoquímica de elementos traço em zircão e granada, pretende-se compreender os processos de geração do zircão metamórfico nos granulitos de alta pressão da Klippe Carvalhos, contribuindo simultaneamente com a evolução de metodologias desenvolvidas para estudos petrocronológicos e compreensão da evolução tectônica do Orógeno Brasília Meridional.

Neptune Plus MC-ICP-MS acoplado a um sistema de ablação a laser ArF Excimer Photon Machines Analyte G2 193 nm no Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo), do IGc-USP.

As análises de elementos traço em zircão e granada foram obtidas por LA-ICP-MS utilizando um sistema de ablação a laser CETAC LSX-2134 G2+ acoplado a um espectrômetro de massas Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS no Laboratório de Química do NAP Geoanalítica (IGc-USP).

## **Métodos e Procedimentos**

Para o cumprimento dos objetivos propostos na pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica do contexto geológico da Klippe Carvalhos e da porção sul do Orógeno Brasília, e sobre os princípios fundamentais da petrocronologia de zircão e suas aplicações.

Foram selecionadas 3 amostras (KC-40A, CK-4C e CK-13), que passaram por uma etapa inicial de petrografia para uma investigação textural e mineralógica detalhada. A seguir, foi realizada a etapa de preparação de amostras, no Laboratório de Tratamento de amostras (LTA) do IGc-USP, com finalidade de concentração do zircão. Por último, foi realizada a catação dos cristais de zircão e montagem dos *grain mounts*.

A obtenção das imagens foi realizada utilizando um microscópio eletrônico de varredura (MEV) FEI Quanta 250 FEG-VP do Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo – USP). As análises isotópicas U-Pb no zircão foram realizadas através de LA-ICP-MS (*laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry*), utilizando um espectrômetro Thermo-Fisher

## **Resultados**

Na amostra KC-40 os grãos de zircão apresentam razão de tamanho que variam entre 1:2 a 1:4, são prismáticos e levemente achatados, com domínios de baixa resposta de catodoluminescência (CL) e zoneamento oscilatório pela extensão do grão. Características esperadas de zircões de protólitos ígneos. Foram obtidas idades paleoproterozóicas, variando de ca. 2120 a 1990 Ma, associadas a altas razões Th/U (0,2 - 1,1). Sete análises de um conjunto concordante que varia de ca. 2095 a 2021 Ma forneceram uma idade concórdia de  $2073 \pm 7$  Ma (MSWD = 0.43). Na amostra CK-4C, os cristais são alongados e com baixa resposta CL, prismáticos e com zoneamento oscilatório. A amostra produziu idades variando de ca. 823 a 651 Ma, interpretadas como relacionadas ao protólito sedimentar.

Nos grãos de zircão da amostra CK-13 é possível observar um padrão de núcleos que apresentam alta resposta CL em cinza claro, com zoneamento oscilatório e uma frente de recristalização nos contatos irregulares com o domínio da borda do grão, que exibe uma resposta CL ainda mais clara. O domínio da borda é caracterizado por sobrecrecimentos homogêneos, com

baixa resposta CL em cinza escuro e zoneamento setorial. Os núcleos produziram idades variando de ca. 2440 a 655 Ma, com um *cluster* entre ca. 900 e 700 Ma. As bordas sobrecrecidas com zoneamento setorial e baixa resposta de CL produziram idades concordantes entre ca. 635 e 595 Ma. Essas bordas geralmente apresentam baixas razões Th/U ( $< 0,1$ ). A partir de um *cluster* composto pelas análises mais concordantes, obteve-se uma idade concórdia de  $609 \pm 3$  Ma (MSWD = 1.9). Em relação à geoquímica de elementos traços, os cristais de zircão da amostra KC-40 apresentam padrões de elementos terras raras homogêneos e típicos de zircões magmáticos, com anomalia positiva de Ce, anomalia negativa de Eu e padrões de elementos terras raras pesados inclinados. Na amostra CK-13 é possível observar dois padrões distintos. Núcleos de zircão com enriquecimento de elementos terras raras pesados, revelando padrões inclinados e bordas de zircão que tendem a apresentar padrões horizontalizados, sugerindo formação durante ou após a crescimento da granada. O porfiroblasto de granada analisado da amostra CK-13 exibe um padrão de empobrecimento em elementos terras-raras pesados do núcleo para a borda do cristal.

## Conclusões

A amostra CK-13 foi a única das amostras que apresentou zircões com espessas bordas neoproterozoicas, relacionadas ao metamorfismo de fácies granulito de alta pressão, e, portanto, com potencial para aplicação de métodos petrocronológicos baseados no particionamento de REE entre granada e zircão. Os dados empíricos do presente estudo foram comparados aos dados experimentais de Taylor *et al.* (2015) a 900–1000 °C, 7 kbar e Rubatto e Hermann (2007) realizados em pressão mais alta (800–1000 °C, 20 kbar). Os dados de bordas de zircão, quando plotados contra os núcleos da granada demonstram forte dispersão. Por outro lado, quando plotados contra as bordas e o manto da granada, demonstram uma tendência linear paralela aos dados experimentais de Rubatto e Hermann (2007), realizados em altas pressões de 800-1000 °C e 20 kbar. Portanto, o conjunto de gráficos revela o equilíbrio entre as bordas do zircão com o manto e as bordas da granada.

## Agradecimentos

Agradecimentos à FAPESP pela Bolsa de Iniciação Científica (2023/08262-6) e pelo Projeto de Pesquisa (2021/09437-9).

## Referências Bibliográficas

- Rubatto, D., & Hermann, J., 2007. Experimental zircon/melt and zircon/garnet trace element partitioning and implications for the geochronology of crustal rocks. *Chemical Geology*, 241, 38-61.
- Rubatto, D., 2002. Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U-Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology* 184, 123-138.
- Taylor, R. J. M., Harley, S. L., Hinton, R. W., Elphick, S., Clark, C., & Kelly, N. M., 2015. Experimental determination of REE partition coefficients between zircon, garnet and melt: A key to understanding high-T crustal processes. *Journal of Metamorphic Geology*, 33, 231-248.