

Petrogênese do Granito Igarapé Gelado: Implicações para o magmatismo neoarqueano da Província Carajás, Cráton Amazônico

Doutorando: Caio José Soares Mesquita; **Orientador:** Roberto Dall'Agnol

O magmatismo granítico tipo A neoarqueano (~2.75 - 2.73 Ga) da Província Carajás é constituído por batólitos e *stocks* alongados, orientados nas direções WNW-ESE a E-W e intensamente foliados, sendo representado por Complexo Estrela, granitos Igarapé Gelado, Serra do Rabo e de Vila União, e suítes Planalto e Vila Jussara. O Granito Igarapé Gelado (GIG), alvo da pesquisa, possui estudos anteriores de geologia, petrografia, geoquímica e geocronologia que permitiram a caracterização preliminar desse magmatismo. Porém, a aplicação recente de técnicas mais modernas e diversificadas quando de estudos de outros granitos tipo-A neoarqueanos de Carajás impulsionaram o surgimento de diversas questões novas relativas à petrogênese do GIG. Portanto, para que elas possam ser resolvidas é necessária uma reavaliação dos dados obtidos até o momento, bem como a aplicação destas novas técnicas. A seguir serão expostas as problemáticas levantadas acerca do GIG, quais objetivos foram traçados e os métodos que estão sendo empregados para alcançá-los. **1)** O GIG ocorre como corpos alongados e orientados segundo o *trend* regional, intensamente foliados e seccionados por zonas de cisalhamento, ao longo das quais o granito encontra-se milonitizado. Diferencia-se dos demais granitoides neoarqueanos de Carajás por sua dimensão (~80 km x 15 km). É formado predominantemente por monzogranitos e granodioritos, com tonalitos, leucomonzogranitos e sienogranitos subordinados. Como estas variedades litológicas estão distribuídas no corpo? Qual a relação entre elas? Quais processos magmáticos/deformacionais foram responsáveis por essa diversificação litológica? Em busca das respostas foram realizadas duas campanhas de campo as quais tiveram por objetivo desenvolver um mapeamento geológico preliminar na escala de 1:100.000, que consistiu na amostragem parcial do corpo, na observação do contexto geológico, características deformacionais/estruturais e natureza das fácies do GIG, assim como sua distribuição espacial e relações de campo. Foram visitados pontos pré-amostrados em trabalhos anteriores por antigos membros do GPPG e pela equipe da CPRM. Novos pontos foram amostrados preferencialmente em áreas dissecadas por drenagens, visto a capa intempérica espessa da região. A seguir, foi realizado um exame petrográfico macroscópico de amostras de mão seguido de petrografia microscópica em 49 lâminas polidas, que consistiu na identificação e descrição sistemática dos minerais e no estudo das texturas magmáticas, deformacionais e de alteração. As observações envolveram microscopia ótica em luz transmitida, sendo que em breve serão realizadas aquelas em luz refletida, direcionadas para os minerais opacos com ênfase nos óxidos de Fe e Ti. As composições modais foram obtidas por meio de contador de pontos automático (média de 1800 pontos por lâmina polida analisada) e as rochas foram classificadas conforme estabelecido pela

Subcomissão de Nomenclatura de Rochas Ígneas da IUGS. Esses estudos serviram de suporte para as análises de química mineral, geoquímicas e geocronológicas. **2)** Pelo fato do GIG ser um corpo de grandes dimensões e apresentar uma ampla variedade litológica, é provável que a sua composição químico-mineralógica reflita estas características. Sabendo que essas composições podem fornecer informações sobre os parâmetros de cristalização dessas rochas, pretende-se determinar as composições dos principais minerais formadores das variedades de rochas do batólito para poder, assim, estimar as condições de cristalização (temperatura, pressão, fugacidade de oxigênio e conteúdo de água) em que se formou ou se formaram o(s) magma(s) gerador(es) do corpo granítico. Definido estes parâmetros, os mesmos serão comparados aos já descritos na literatura para outros granitos neoarqueanos de Carajás. Visando elucidar esses questionamentos, foram realizadas inicialmente observações texturais em imagens de elétrons retroespalhados e análises semiquantitativas via Espectroscopia por Dispersão de Energia de Raios X (EDS) em microscópio eletrônico de varredura (MEV) de biotita, anfibólio, piroxênios, ilmenita e magnetita em 33 amostras dos diversos litotipos identificados no GIG. Futuramente, serão selecionadas dentre as amostras previamente estudadas em MEV, aquelas a serem submetidas a análises em microsonda eletrônica por *Wavelength Dispersive Spectroscopy* (WDS), as quais apresentam melhor resolução analítica e fornecem composições mineralógicas mais precisas. Ambos serão executados no Laboratório de Microanálises do Instituto de Geociências da UFPA. Para auxiliar na estimativa da fugacidade oxigênio do magma, será realizado estudo de petrologia magnética, o qual consiste na aquisição de medidas de suscetibilidade magnética (SM), associadas à caracterização de óxidos de Fe e Ti (natureza, composição, abundância, microestrutura e paragênese). Os dados de suscetibilidade magnética serão processados no programa Minitab 17, através da elaboração de histogramas de frequência e diagramas de probabilidade. **3)** Embora estudos geoquímicos realizados anteriormente tenham permitido uma caracterização geral das rochas do corpo granítico, eles precisam ser aprofundados para permitir comparações mais detalhadas entre o GIG e os demais granitos tipo A neoarqueanos de Carajás. Há diversas questões pendentes: a) Qual o significado da assinatura geoquímica variada do Granito Igarapé evidenciada nos diagramas de $100[(\text{MgO} + \text{FeO}_t + \text{TiO}_2)/\text{SiO}_2] \times (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO})/(\text{FeO}_t + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ e $\text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{FeO}_t/(\text{FeO}_t + \text{MgO})$, nos quais observa-se amostras nos campos de granitos calcico-alcálicos / alcálicos e oxidados / reduzidos, respectivamente? b) Por que motivo o GIG apresenta assinatura geoquímica de granitos do subtipo A1, enquanto os demais granitos neoarqueanos são do subtipo A2? Seria o magma do GIG maior grau de influência mantélica? c) Por que GIG apresenta razões (La/Yb) relativamente elevadas, destoantes do padrão dos outros granitos tipo A neoarqueanos? d) Como explicar o fato de seus padrões de ETR serem geralmente distintos dos encontrados nos demais granitos neoarqueanos de Carajás? Para preencher essas lacunas é necessária uma melhor caracterização geoquímica dos diversos litotipos encontrados no GIG, com objetivo de definir suas

afinidades, tipologia e os processos magmáticos que controlaram a sua evolução. Inicialmente foram selecionadas dez amostras representativas do GIG para realização de análises químicas em rocha total em laboratório certificado (ALS), sendo os elementos maiores e menores determinados por Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente acoplado (ICP-AES) e os elementos-traço, incluindo terras raras, por Espectrometria de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS). Novas amostras estão sendo selecionadas para análise química, visando adensar as análises dos litotipos já estudados e incluir novos grupos ainda não contemplados. Eventualmente, será realizado modelamento geoquímico, a depender da necessidade de tal procedimento durante o estudo. 5). As idades obtidas para o GIG em estudos anteriores, por meio do sistema U-Pb e Pb-Pb em zircão por diversos métodos (Pb-Pb por evaporação 2.73 ± 26 Ga, via SHRIMP 2.76 ± 4.4 e por LA-ICP-MS 2.70 ± 30), se superpõem dentro do erro com as dos demais granitos tipo A neoarqueanos de Carajás. Porém, novamente considerando a dimensão batolítica do corpo do GIG e as grandes variações litológicas que apresenta, bem como o intenso grau de deformação em algumas porções, torna-se indispensável ampliar consideravelmente o número de amostras a serem datadas e submetidas a análises isotópicas, até então ausentes. Pretende-se com os estudos geocronológicos definir com maior precisão as idades das diferentes variedades, verificar se há variação significativa nas suas idades de cristalização e estabelecer comparações com os dados já disponíveis na literatura. Em paralelo, devem ser efetuadas análises isotópicas procurando definir a natureza e idade de separação do manto de possíveis fontes do líquido do GIG. Para tanto serão feitas análises isotópicas no sistema U-Pb em zircão, bem como Lu-Hf e $\delta^{18}\text{O}$ em zircão e Sm-Nd em rocha total. Numa primeira etapa, seis amostras representativas dos diversos tipos litológicos do GIG foram submetidas a datações utilizando o método U-Pb em zircão por *Sensitive High-Resolution Ion MicroProbe* (SHRIMP) no Centro de Pesquisas Geocronológicas do IG-USP. Futuramente pretende-se realizar análises Lu-Hf em zircão por *Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry* (LA-ICP-MS), método indicado para determinar fontes de magmas granitoides. Cabe ressaltar que para as análises Lu-Hf serão utilizados os mesmos cristais analisados previamente por SHRIMP. Isto permitirá estabelecer relações entre composições, idades e assinaturas isotópicas da fonte. Estes estudos de fonte serão complementados por análises isotópicas de Sm-Nd em rocha total, pois não se dispõe de nenhuma informação desta natureza sobre o GIG. Os estudos pelo método Sm-Nd serão efetuados no Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) no IG-UFPA. Eventualmente, serão executados estudos adicionais de isótopos de oxigênio em zircão, por meio de microsonda eletrônica iônica. Com base nos resultados preliminares, obtidos até o momento, presume-se que o GIG é um corpo bastante heterogêneo, oriundo provavelmente de mais de um magma com variações composicionais, bem como no grau de oxidação e com pequenas diferenças de idade de cristalização.