

AVANÇOS NA CARTOGRAFIA GEOLÓGICA DO DOMÍNIO CARAJÁS REALIZADOS PELO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

Cíntia M. Gaia da Silva¹, Marcos L. E. Quadros¹; Ana Paula Justo¹; Ulisses Antônio Costa¹;
Luciano C da Silva¹; Lívio Wagner C. Correa¹; André M. Saboia¹;

Regina Célia dos Santos Silva¹; Ciro Duarte de Carvalho¹; Felipe Grandjean da Costa¹;
Patrick Araújo Santos¹; Junny Kyley M. de Oliveira¹; Antonia Railine da C. Silva¹

¹Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM

cintia.gaia@sgb.gov.br

RESUMO

O arcabouço geológico do Domínio Carajás (DC) é produto da atuação de eventos tectônicos meso-neoarqueanos e paleoproterozoicos, representados por rochas de embasamento mesoarqueanas do terreno granito-greenstone Rio Marianapartesul, rochas vulcanossedimentares, complexos máfico-ultramáficos acamadados e granitoides diversos de idades neoarqueanas, além de coberturas sedimentares e magmatismo granítico do Paleoproterozoico. Os trabalhos de mapeamento geológico sistemático desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), na região de Carajás, têm contribuído para o entendimento estratigráfico e estrutural dessa região. Os principais avanços são a integração geológica regional, com destaque para a litoestratigrafia proposta para as sequências vulcanossedimentares da parte leste de Carajás, e expandidas para a parte oeste do DC, agrupadas no Supergrupo Itacaiúnas. Na porção oeste destaca-se o reconhecimento de rochas granulíticas, sequências tipo greenstone belts, complexos máfico-ultramáficos acamadados, granitoides meso e neoarqueanos, diversos corpos gabroicos e graníticos, e rochas vulcano-plutônicas e sedimentares paleoproterozoicas do Domínio Iriri-Xingu. O arcabouço estrutural do Domínio Carajás é complexo, marcado por superposições de eventos tectônicos desde o Mesoarqueano até o Paleoproterozoico, que refletem estruturas com diferentes estilos tectônicos.

PALAVRAS-CHAVE: Carajás; Estratigrafia; Mapeamento Geológico, SGB-CPRM.

INTRODUÇÃO

O Domínio Carajás (DC) faz parte da Província Mineral de Carajás, principal província metalogenética do estado do Pará, e responsável pela maior arrecadação da Contribuição Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) do estado. Possui depósitos de classe mundial de ferro (18.000Mt @ 65% Fe), cobre-zinco, cobre-ouro (4.000Mt @ 1% Cu), níquel (198,7Mt @ 1,36% Ni), paládio-platina (100t @ 1,0 g/t EGP), ouro e manganês (50Mt @ 40% Mn). Apesar de ser uma importante área de pesquisa, em seus quase 40 anos de produção mineral, iniciada com a mina de Ferro N4E em 1984, importantes questões geológicas e metalogenéticas ainda são controversas.

O Domínio Carajás é considerado como uma porção de crosta formada e estabilizada no Arqueano, afetada em sua borda norte e leste por eventos paleoproterozoicos. Faz limite com domínios tectônicos, de origens e idades distintas: a norte com Domínio Bacajá (Paleoproterozoico), a oeste com Domínio Irixi-Xingu (Paleoproterozoico), e a leste com Cinturão Araguaia (Neoproterozoico). O limite a sul com o Domínio Rio Maria de idade mesoarqueana é controverso (Figura 1).

Regionalmente, o Mesoarqueano do DC (>2,83 Ga) é constituído por ortognaisses, migmatitos, ortogranulitos, paragnaisses, faixas de *greenstone belts* e granitoides diversos, (como sanukitoides e granitoides potássicos, com idades entre 2,87-2,83 Ga; Machado *et al.*, 1991, Feio *et al.* 2013, Marangoanha *et al.*, 2019, Silva *et al.* 2018 e referências). O Neoarqueano é caracterizado principalmente por eventos magmáticos que geraram corpos máfico-ultramáficos estratiformes (Ferreira Filho *et al.*, 2007), vulcanismo máfico a félsico (derrames, vulcanoclásticos e *sills*) associado a seqüências sedimentares em bacias tipo *rift* ou *back-arc* (DOCEGEO, 1988, Vasquez e Rosa-Costa, 2008 e referências), e um plutonismo diversificado (granitos, charnockitos e gabros; Vasquez e Rosa-Costa, 2008, Marangoanha *et al.*, 2020). O Paleoproterozoico é principalmente marcado por diversas coberturas sedimentares e granitogênese tipo A (Figura 1).

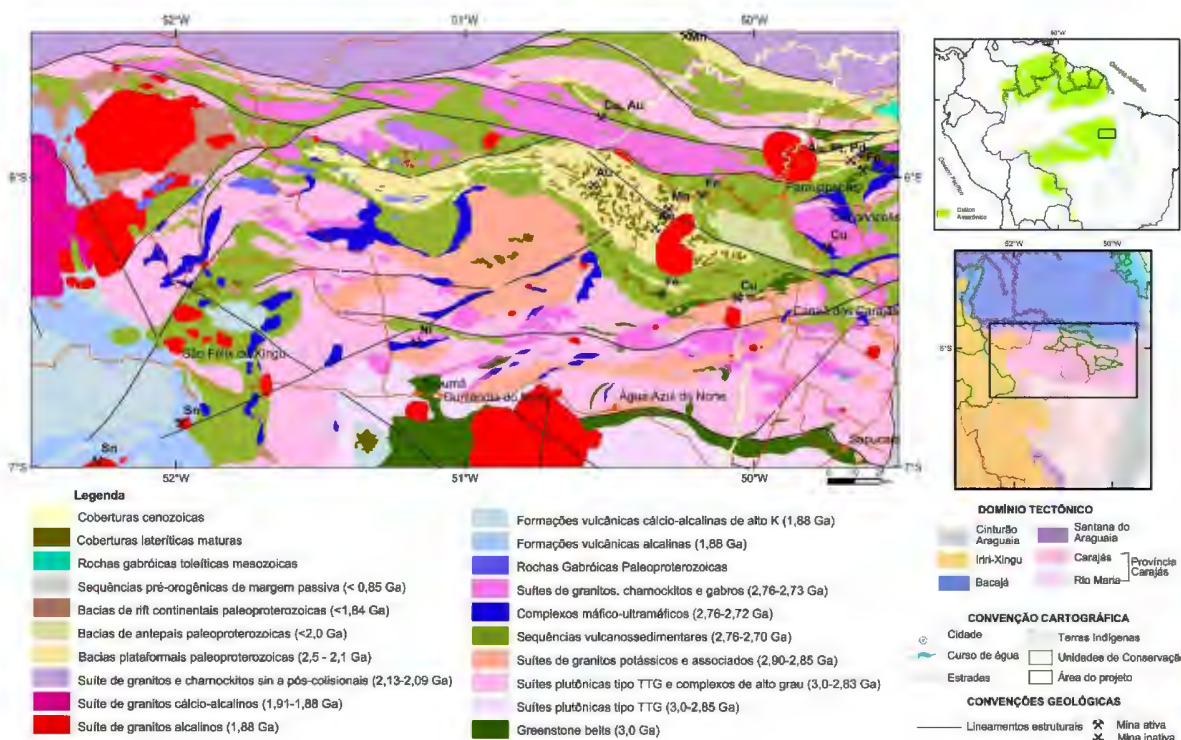


Figura 1. Mapa de associações litológicas e tectônicas do Domínio Carajás e limites.

MATERIAIS E MÉTODOS

O SGB-CPRM, ao longo de seus 49 anos de história, desenvolveu vários projetos na Província Carajás, com destaque para: 1) o Programa Grande Carajás, na década de 1980, com mapeamento geológico na escala 1:250.000 de grande parte da província; 2) Levantamentos aerogeofísicos magnetométricos e gamaespectrométricos de alta resolução (espaçamento de

500 m entre linhas de voo), executados entre 2010 e 2015, e o levantamento aerogravimétrico (espaçamento de 3 km entre linhas de voo) em 2014; 3) Mapeamento geológico sistemático de 04 folhas (escala 1:100.000) na parte nordeste, mapeamento regional na escala 1:250.000 (Projeto ARIM Carajás, Costa *et al.*, 2016) e de detalhe de um polígono na parte centro-oeste (escala 1:50.000, Fraga *et al.*, 2020), que representam a retomada dos levantamentos geológicos em Carajás.

O atual projeto desenvolvido em Carajás pelo SBG-CPRM “ Projeto Geologia, Recursos Minerais e Arquitetura Crustal de Carajás”, compreende 18 folhas cartográficas 1:100.000, em um total de 55.080 km². Abrange onze municípios e áreas de conservação, como as florestas nacionais de Carajás, Tapirapé-Aquiri e Itacaiúnas, a Reserva Biológica do Tapirapé, Parque Nacional dos Campos Ferruginosos e a Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, além das reservas indígenas Xikrin do Rio Cateté e parcialmente Apyterewa, Kayapó e Parakanã (Figura 3B). Quatro folhas já possuem mapas na escala 1:100.000 (Caldeirão, Serra Pelada, Serra dos Carajás e Rio Verde), quatro tem mapas geológico-geofísicos (Serra do Bacajá, Cabeceiras do Bacajá, Rio Cinzento e Rio Itacaiúnas), e nove estão sendo atualmente mapeadas (Água Fria, Rio Parauapebas, Rio Cateté, São Raimundo, Igarapé São Sebastião, Fazenda Anaporã, São Félix do Xingu, Rio Branco e Rio Aquiri). Cerca de 2500 estações geológicas foram descritas. O mapeamento geológico segue o procedimento padrão do Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Medeiros e Rosa-Costa, 2020), que constam de descrição de afloramentos de rocha, obtenção de medidas estruturais, coleta de amostras de rocha para laminação e eventuais análises de laboratório, cadastro e descrição de ocorrências minerais. As bases de dados foram organizadas em *shape files* e os mapas confeccionados no programa Arc Gis utilizando a integração dos dados coletados, imagens de sensores remotos e produtos aerogeofísicos, além de toda a base de artigos, teses e relatórios disponíveis. Todos os dados produzidos, bases digitais e mapa, são disponibilizados no banco de dados GeoSGB, no site do SGB-CPRM (<https://geosgb.sgb.gov.br/>).

PRINCIPAIS AVANÇOS

Uma das principais unidades litoestratigráficas do Domínio Carajás são as sequências metavulcanos sedimentares neoarqueanas, historicamente reconhecidas na parte oriental do DC, como grupos Grão-Pará, Igarapé Salobo, Igarapé Pojuca, Igarapé Bahia e Buritirama e agrupadas originalmente por DOCEGEO (1988) como Supergrupo Itacaiúnas. Na parte ocidental foram individualizados os grupos Aquiri, São Felix, São Sebastião, cronocorrelatos ao Grupo Grão Pará (Vasquez e Rosa-Costa, 2008).

Trabalhos de mapeamento do SGB – CPRM na parte oriental de Carajás (Tavares; Silva 2015; Tavares, 2014, Justo; Lopes, 2014; Oliveira, 2018; Costa et al., 2016, Tavares; Oliveira; Lima, 2021), permitiram uma correlação e agrupamento do conjunto litológico vulcanossedimentar, em associações de base e topo. A base é representada pelo Grupo Grão Pará, individualizado nas formações Parauapebas (máfica e félsica) e Formação Carajás. O topo, denominado de Grupo Serra da Bocaina, engloba as formações Igarapé Cigarra, Salobo-Pojuca e Igarapé Bahia. A Formação Salobo-Pojuca é o agrupamento do pacote metassedimentar dos grupos Igarapé Salobo e Igarapé Pojuca, definidos nos trabalhos da DOCEGEO (1988), nas áreas dos depósitos homônimos. A continuidade do mapeamento permitiu correlacionar e estender as rochas da Formação Salobo-Pojuca e Grão Pará para a região centro-oeste (Setor Aquiri), e

que possivelmente devem se prolongar até o limite oeste do DC. Com isso, os termos grupos Aquiri e Liberdade (Costa *et al.*, 2016) foram abandonados. A datação de uma vulcânica ácida do Grupo São Félix (2,73 Ga) confirmou sua idade neoarqueana e o Grupo São Sebastião, sem idade definida e por correlação mantêm-se no Supergrupo Itacaiúnas. A Formação Buritirama, a partir dos estudos de Salgado *et al.* (2019), não faz mais parte do Supergrupo Itacaiúnas, já que apresenta idade máxima de sedimentação paleoproterozoica.

Na região centro-oeste do DC (Setor Aquiri) foram mapeadas ocorrências de paragneisses e rochas calcissilicáticas (Complexo Vila Sassá), granulitos máficos (Granulito Máfico Vale do Ouro), como parte do embasamento Carajás, além do reconhecimento de uma granitogênese (granitos e granodioritos) mais jovem (~2,66 Ga) e gabros isotrópicos (Gablo Vila do T), de idade provável paleoproterozoica.

No mapeamento da parte oeste e sudeste do DC foram reconhecidos principalmente rochas associadas a *greenstone belt*, inéditas na região, gnaisses e migmatitos do Complexo Xingu, corpos máficos-ultramáficos associados a Suíte Cateté, e granitoides meso a neoarqueanos, ainda sem correlação definida. Um conjunto de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas félsicas a intermediárias e coberturas sedimentares atribuídas ao Paleoproterozoico do Domínio Iri-Xingu também foram cartografadas.

Em termos estruturais foram reconhecidas importantes zonas de cisalhamento dúcteis, anastomosadas, de direção geral E-W, com inflexões para SW na porção oeste do DC e que retrabalham estruturas pretéritas. Estruturas rúpteis-dúcteis de direção geral NW-SE e NE-SE, e reativações rúpteis mais jovens de mesma direção, representam os principais conjuntos do arcabouço estrutural do DC.

DISCUSSÕES

Vários questionamentos ainda continuam em aberto no Domínio Carajás. Com a finalização do projeto “Geologia, Recursos Minerais e Arquitetura Crustal de Carajás”, previsto para final de 2024, pretende-se contribuir com a cartografia geológica da região, disponibilizando nove mapas geológicos na escala 1:100.000 e um de integração regional na escala 1:250.000. A integração dos dados obtidos contribuirá na compreensão da evolução geológica do DC, e assim da Província Carajás. Dentre as várias questões ainda em aberto no DC, pretende-se compreender melhor o limite entre os domínios Rio Maria e Carajás e seu traçado, a influência dos eventos tectônicos registrado no Domínio Bacajá e o quanto afetaram as rochas do Domínio Carajás, qual a relação entre os gnaisses, migmatitos e granulitos do embasamento, e a correlação entre as sequências vulcanossedimentares e seu ambiente de geração, em parte associado com o magmatismo máfico-ultramáfico, e a granitogênese neoarqueana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Costa, U.A.P., Paula, R.R., Silva, D.P.B., Barbosa, J.P.O., Silva, C.M.G., Tavares, F.M., Oliveira, J.K.M., Justo, A.P. 2016. Programa Geologia do Brasil. Mapa de Integração Geológico-Geofísica da ARIM Carajás, Escala 1:250.000. CPRM, Estado do Pará.

- DOCEGEO. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. Resumos... Belém: CVRD/SBG, p. 11–59. 1988.
- Feio, G.R.L.; Dall’Agnol, R.; Dantas, E.L.; Macambira, M.J.B.; Santos, J.O.S.; Althoff, F.J.; Soares, J.E.B. Archean granitoid magmatism in the Canaã dos Carajás area: Implications for crustal evolution of the Carajás province, Amazonian craton, Brazil. *Precambrian Research*, n. 227, p. 157-186, 2013.
- Ferreira Filho, C.F., Cançado, F., Correa, C., Macambira, E.M.B., Siepinski, L., Brod, T.C.J., 2007. Mineralizações estratiformes de EGP-Ni associadas a complexos acamadados em Carajás: os exemplos de Luanga e Serra da Onça. *Contribuições à Geologia da Amazônia*, vol. 5 (2007), pp. 01-14.
- Fraga L.M., Silva C.M.G., Silva D.P.B., Corrêa L.W.C., da Silva L.C., Costa U.A.P., Barbosa J.S.P.O., de Paula, R.R. 2020. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Setor Aquiri - ARIM Carajás. Estado do Pará. Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Belém, 1 mapa colorido. Escala 1:50.000.
- Justo, A. P.; Lopes, E.C. Programa Geologia do Brasil - PGB - Serra dos Carajás - SB.22-Z-A-II Estado do Pará - Carta Geológica. Belém: CPRM, 1 mapa colorido, Escala 1:100.000, 2014.
- Machado, N., Lindenmayer, D.H., Krough, T.E., Lindenmayer, Z.G. 1991. U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon Shield, Brazil. *Precamb. Res.* 49:329-354.
- Marangoanha, B., Oliveira, D.C., Dall’Agnol, R. The Archean granulite-enderbite complex of the northern Carajás province, Amazonian craton (Brazil): Origin and implications for crustal growth and cratonization, *Lithos*, Volumes 350–351, 2019. Article 105275.
- Marangoanha, B., Oliveira, D.C., Oliveira, V.E.S., Galarza, M.A., Lamarão, C.N. Neoproterozoic A-type granitoids from Carajás province (Brazil): New insights from geochemistry, geochronology and microstructural analysis. *Precambrian Research*, 324, p. 86–108. 2019b.
- Medeiros, V. C.; Rosa-Costa, L. T. (Orgs.). Guia de procedimentos técnicos: volume 1 - cartografia geológica. Brasília: CPRM, 2020. 170 p.
- Oliveira, J.K.M. Programa Geologia do Brasil - PGB – Caldeirão - SB.22-X-C-V Estado do Pará - Carta Geológica. Belém: CPRM, 1 mapa colorido, Escala 1:100.000, 2018.
- Salgado, S.S., Caxito, F.A., Figueiredo e Silva, R.C., Lana, C. 2019 a. Provenance of the Buritirama Formation reveals the Paleoproterozoic assembly of the Bacajá and Carajás blocks (Amazon Craton) and the chronocorrelation of Mn-deposits in the Transamazonian/Birimian system of northern Brazil/ West Africa. *Journal of South American Earth Sciences*, 96, 102364
- Silva, L.R.; Oliveira, D.C.; Santos, M.N.S. Diversity, origin and tectonic significance of the Mesoarchean granitoids of Ourilandia do Norte, Carajás province (Brazil). *Journal of South American Earth Sciences* 82 (2018) 33-61
- Tavares, F. M.; Silva, C. M. G. Programa Geologia do Brasil – PGB, Serra Pelada - SB.22-X-C-VI, Estado do Pará - Carta Geológica. Belém: CPRM, 2013, 1 mapa colorido, Escala 1:100.000, 2013.
- Tavares, F.M. Programa Geologia do Brasil - PGB – Rio Verde - SB.22-Z-A-III Estado do Pará - Carta Geológica. Belém: CPRM, 1 mapa colorido, Escala 1:100.000, 2014.
- Tavares, F.M., Oliveira, J.K.M., Lima, R.B. (Orgs). 2021. Áreas de relevante interesse mineral - Província Mineral de Carajás, PA: controles críticos das mineralizações de cobre e ouro do lineamento do Cinzento – Belém: CPRM, 2021. Informe de Recursos Minerais, Série Províncias Minerais do Brasil, n. 33. 154p.
- Vasquez, M.L., Rosa-Costa L.T. 2008. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas - SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará. Escala 1:1.000.000. Belém: CPRM, 328 p.