

NÚMERO 24

Brasília, junho de 2024

ISSN: 2448-2242

DOI: <http://doi.org/10.29396/itcprm.2024.24>

OCORRÊNCIA POLIMETÁLICA EM GOSSAN E BRECHAS HIDROTERMAIS NO GRUPO ROOSEVELT, NA REGIÃO DE BOA VISTA DO PACARANA, ESTADO DE RONDÔNIA: RESULTADOS PRELIMINARES.

AUTORES

Carlos Augusto Silva Provenzano (carlos.provenzano@sgb.gov.br)
Gustavo Negrello Bergami (gustavo.bergami@sgb.gov.br)
Dalton Rosemberg Valentim da Silva (dalton.rosemberg@sgb.gov.br)
Wilson Lopes de Oliveira Neto (wilson.oliveira@sgb.gov.br)
Marco Aurelio Piacentini Pinheiro (marco.pinheiro@sgb.gov.br)
Carlos Eduardo Santos de Oliveira (carlos.oliveira@sgb.gov.br)

Serviço Geológico do Brasil, Residência de Porto Velho

ABSTRACT

Preliminary data from an occurrence of sulfide bearing breccia and gossan are presented here. Such occurrence was found during the 1:100.000 scale geological mapping carried out by the Geological Survey of Brazil - SGB/CPRM, in the region of Boa Vista do Pacarana - Espigão d'Oeste, state of Rondônia. The host rock is an acid metavolcanic paleoproterozoic rock of the Roosevelt Group, southwest Amazon Craton. It is already known from previous works in Mato Grosso state that metal deposits can be formed when rocks from the Roosevelt Group are subjected to hydrothermal alteration related to VHMS system and by late heating and remobilization of mineralization by influence of fluids derived from intrusion of calymian magmatic rocks. Could this environment be also occurring in Rondônia state? That is a question to be answered in time with further studies. Here we present initial indications from field, petrographic and chemical data.

Keywords: Sulfides, Gossan, Rondônia, Roosevelt Group.

Palavras-chave: Sulfetos, Gossan, Rondônia, Grupo Roosevelt.

INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte do projeto “Geologia e Potencial Mineral do Centro Leste de Rondônia”, executado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Residência de Porto Velho, no âmbito do Programa Mineração Segura e Sustentável/Ação Mapeamento Geológico do Brasil. A área de trabalho abrange quatro folhas no recorte cartográfico de escala 1:100.000: Cacoal; Serra Azul; Primavera; e Sargento Paixão. A pesquisa incluiu parte dos municípios de Cacoal, Espigão d’Oeste, Pimenta Bueno e Vilhena, além das reservas indígenas Sete de Setembro, Zoró e Roosevelt.

O objetivo deste informe técnico é apresentar dados sobre o alvo prospectivo designado de “Gossan Pacarana”, descoberto durante o mapeamento geológico. Essa ocorrência está situada a sudoeste (~7,5 km) do distrito de Boa Vista do Pacarana (latitude -11°01’22,332”; longitude -60°51’37,727”, datum SIRGAS-2000, número de campo 4548-PP-0110, município de Espigão d’Oeste e a leste (~7,5 km) do limite com a Terra Indígena Roosevelt, demarcado pelo Rio Quatorze de Abril (Figura 1).

CONTEXTO GEOLÓGICO

O Grupo Roosevelt, encaixante do gossan, está distribuído na Província Rondônia-Juruena, parte sul do Cráton Amazônico. Consiste em uma extensa faixa de direção predominantemente E-W, formada por rochas metavulcanossedimentares de idade estateriana (1,78 Ga a 1,74 Ga), compostas por metavulcanitos ácidos e vulcanoclásticas da Formação Serra do Expedito, além de metassedimentares pelíticas, psamíticas e químicas da Formação Filadélfia, deformadas por zonas de cisalhamento com metamorfismo em fácies xisto-verde (Diener; Polo; Carneiro, 2019; Trindade Netto et al., 2020). O Gossan Pacarana está localizado nas proximidades da Serra Azul, onde as rochas do Grupo Roosevelt são intrudidas por rochas magmáticas calimianas tipo A da Suíte Serra da Providência.

A Suíte Serra da Providência abrange uma ampla área de ocorrência e grande diversidade litológica, intrudindo o embasamento paleoproterozoico gnáissico-migmatítico e metavulcanossedimentar da Província Rondônia-Juruena. Predominam granitos rapakivi, equigranulares a porfiríticos de granulação média a muito grossa (Tassinari, 1984), além de gabros, charnockitos e mangeritos (Rizzotto et al., 1995; Scandola et

al., 1999). Também ocorrem rochas subvulcânicas, granitos granofíricos e leucogranitos (Iza; Costa; Castro, 2016), que variam de isotrópicos não foliados a milonitos e ultramilonitos com algum grau de migmatização.

Na Serra Azul, ocorrem também intrusões máficas mesoproterozoicas, descritas por CPRM (2000) como gabros e gabros anortosíticos de textura inequigranular seriada, média a fina, que podem conter cristais subofíticos de augita e ripiformes de plagioclásio e quantidades menores de opacos, apatita e biotita. Também são encontrados minerais resultantes de hidrotermalismo, formando uma massa verde composta por actinolita + clorita + epidoto + sericita + albita + opacos + quartzo + carbonatos (CPRM, 2000). Nessas rochas máficas ocorrem teores de 0,1 a 1% de sulfetos finos, incluindo pirita, pirrotita, calcopirita, pentlandita, cobaltita, vioralita, covelita, calcocita e esfalerita (CPRM, 2000). Esse contexto pode ter gerado metamorfismo termal e metassomatismo, semelhante ao descrito por Biondi, Santos e Cury (2013) para o depósito VHMS de Aripuanã, no Mato Grosso.

Segundo Neder et al. (2002), o depósito VHMS de Aripuanã é constituído por várias lentes e *pipes* que contêm pirita, pirrotita, esfalerita, galena, calcopirita e arsenopirita, e os corpos mineralizados são discordantes, do tipo sulfeto maciço hospedado por vulcões. Leite et al. (2005) datou um tufo da parede do depósito e obteve uma idade de 1768 +/- 28 Ma (método de evaporação de zircão ²⁰⁶Pb-²⁰⁷Pb), similar às idades de 1.762 +/- 6 Ma (U-Pb em dacitos) e de 1.755 +/- 6 Ma (U-Pb em granito) obtida por Neder et al. (2002) para rochas da área do depósito. Eles concluíram que o depósito é vulcanogênico, composto por rochas vulcânicas e vulcanoclásticas félsicas, com uma zona inferior de minério stringer e uma zona superior de minério maciço com sulfetos disseminados. Biondi, Santos e Cury (2013) descreveram que, durante a orogenia Quatro Cachoeiras (1,689 Ma - 1,632 Ma), toda a sequência foi deformada, com dobras e foliação metamórficas de fácies xisto-verde médio. Após um período de estabilidade geológica, a Província Rondônia-Juruena foi intrudida pelos granitos Aripuanã, datados em 1542 +/- 2 Ma (Rizzotto et al., 2002), o que gerou metamorfismo termal e metassomatismo nas rochas do depósito.

Trindade Netto et al. (2020) e Diener, Polo e Carneiro (2019), descreveram que as rochas do Grupo Roosevelt, nas proximidades do distrito de Boa Vista do Pacarana (Figura 1), expõem algumas características se-

melhantes às do depósito da Serra do Expedito (VMS de Aripuanã), e destacaram as seguintes similaridades:

I. Aspectos fisiográficos e associações litológicas locais indicam estrutura semelhante a uma caldeira vulcânica deformada, vulcanismo bimodal caracterizado por riolitos a riolodacitos, andesito, ignimbrito, tufos estratificados (formações ferríferas e tufos cineríticos), que podem constituir as porções distais do sistema vulcano-exalativo. Presença de rochas metamáficas hidrotermalizadas, metassedimentares clásticas e químicas subordinadas, como formações ferríferas compostas por camadas centimétricas de chert e finos níveis de óxido de ferro e manganésíferas, além de granitos porfíricos associados à Suíte Zé do Torno;

II. Evidências de diversos processos de alteração hidrotermal, como ampla sericitização, por vezes acompanhada de vênulas de quartzo e magnetita, além de sulfetação disseminada (pirita, arsenopirita e calcopirita). Foram descritos contextos de tufos sericitizados com níveis ricos em pirita e níveis ferruginosos, além de cloritização, epidotização, carbonatação e silicificação com ouro associado;

III. Destacaram a presença de ignimbrito sericitizado com arsenopirita e com teores de Cu de 691,5 ppm, de Au de 9 ppb, de Pd de 6 ppb e de Pt de 6 ppb;

IV. Adicionalmente, descreveram um padrão estrutural caracterizado por acamamento primário dobrado, com foliação plano-axial de direção preferencial E-W. Pontualmente, observaram foliação penetrativa rúptil NE-SW, além de lineamentos estruturais de direção NW-SE, com feições sugerindo cinemática dextral. Esses padrões estruturais se assemelham àqueles observados no Gossan Pacarana.

Na região mais ao sul de Boa Vista do Pacarana, aflora um metatufos cinerítico, de granulação fina, com zonas de muscovita/sericita hidrotermal e bolsões quartzo-feldspáticos que, por vezes, contêm sulfetos. Além dessas rochas, ocorrem metadacitos, metariolitos e metariolodacitos com matriz afanítica a fanerítica fina, foliados, por vezes ocorrem com sulfetos finos, óxidos, epidoto e veios de quartzo leitoso, que ocasionalmente formam brechas e rede stockwork. As rochas do Grupo Roosevelt são intrudidas por granitos da Suíte Serra da Providência, que apresenta grande diversidade de litofácies. Na área próxima à ocorrência do gossan, as rochas dessa suíte são representadas por granófiros

e sienogranitos granulares isotrópicos a localmente miloníticos, de granulação média a grossa, leucocráticos, com biotita e magnetita, quartzo recristalizado e textura granofírica. Essas rochas contêm, por vezes, enclaves máficos a intermediários e xenólitos de rochas do Grupo Roosevelt. Alguns corpos de granitoides podem ser intrusões correlacionadas ao Grupo Roosevelt.

DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS

Na Fazenda Pacarana, afloram hidrotermais hospedados em rochas metavulcânicas ácidas do Grupo Roosevelt (Figura 2), em pequenas elevações que formam duas cristas (E-W) descontínuas e sinuosas, com até aproximadamente 450 metros de extensão por 65 metros de largura.

Em termos estruturais, foram reconhecidos três eventos. Uma foliação com atitudes de 012/76 e 200/87, reflexo de um cisalhamento (D1) verificado tanto em amostras de mão, com estruturas do tipo S/C e C' (Figura 3), quanto pela orientação geral E-W das cristas e em imagens aerogeofísicas (Figuras 4, 5 e 6).

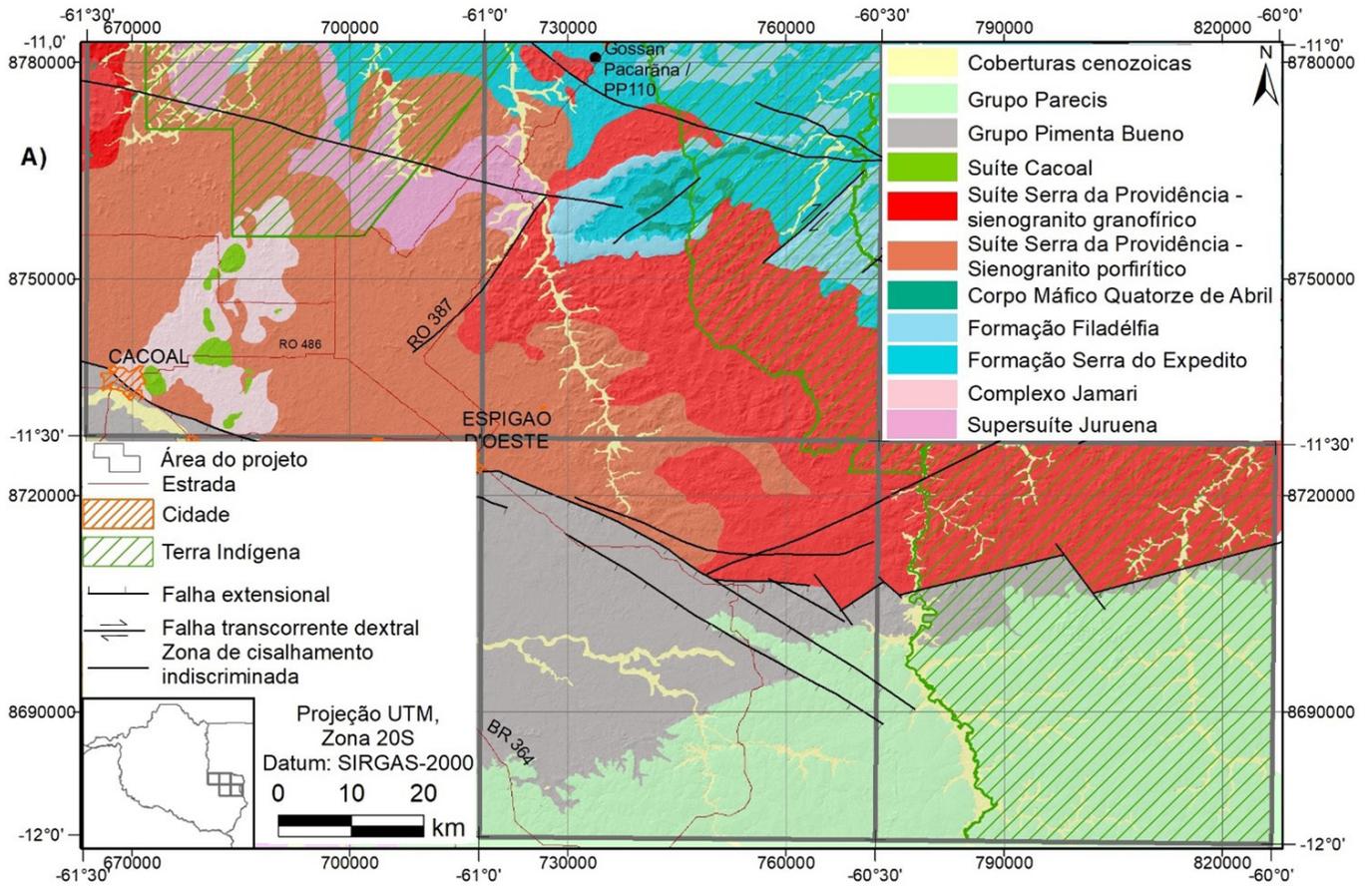


Figura 1 - A) Mapa geológico simplificado da área; e **B)** imagem de satélite do Google Earth exibindo a delimitação da área de afloramentos da ocorrência mineral na Fazenda Pacarana. Afloramento 01 (Latitude: -11,02287° / Longitude: -60,86047°, UTM20S: 733762 E / 8780656 N). Afloramento 02 (Latitude: -11,02297° / Longitude: -60,86257°, UTM20S: 733533 E / 8780647 N). Fonte: os autores.

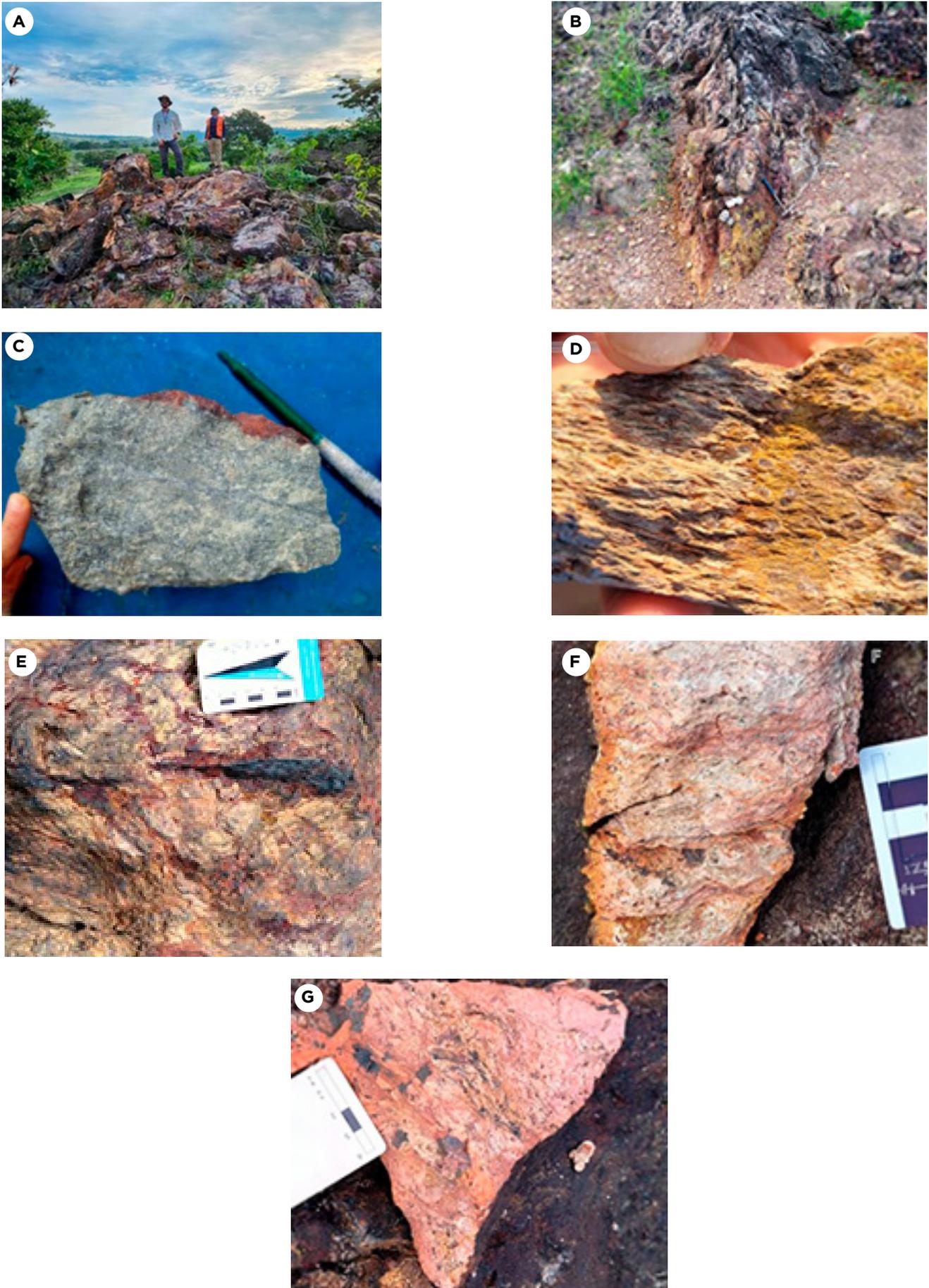


Figura 2: A e B - Aspecto geral do afloramento em crista e em blocos, contendo crostas oxidadas que formam o Gossan Pacarana; C - Amostra de rocha com sílica microcristalina, sulfetos disseminados e concentrados em zonas centimétricas; D - Amostra de rocha metavulcânica sericitizada, com foliação sinuosa ao redor de porfiroclastos de quartzo e feições de soldagem (metatufo (?)); E - Rocha metavulcânica sericitizada, com oxidação de sulfetos, cavidades de sulfetos lixiviados e marcadas dobras de fluxo ígneo (?), metaignimbrito/metatufo (?); F e G - Metatufo (?) oxidado, sericitizado, pseudomorfos de pirita limonitizada em bolsões e disseminada segundo a foliação ígnea (SO). Fonte: os autores

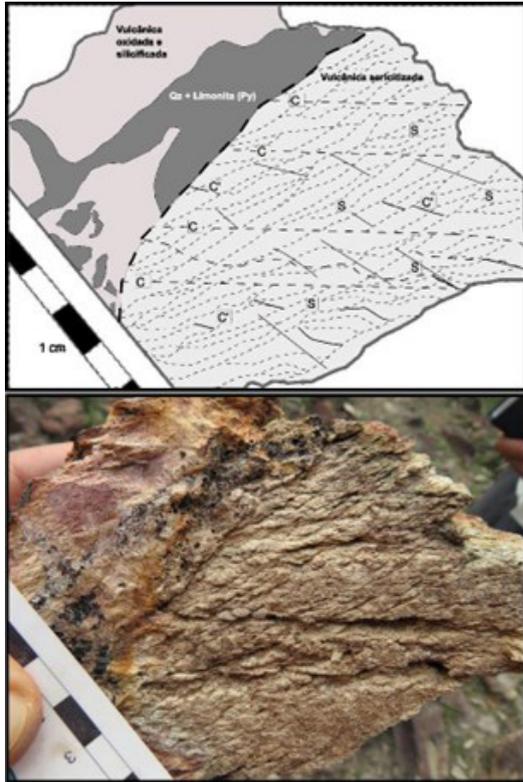


Figura 3 - Metavulcânica com foliação S/C e C' em detalhe de amostra de mão. Observa-se detalhe da mineralização com orientação de pseudomorfos de pirita limonitizada que truncam (tardi a pós) as estruturas da deformação regional. Fonte: os autores.

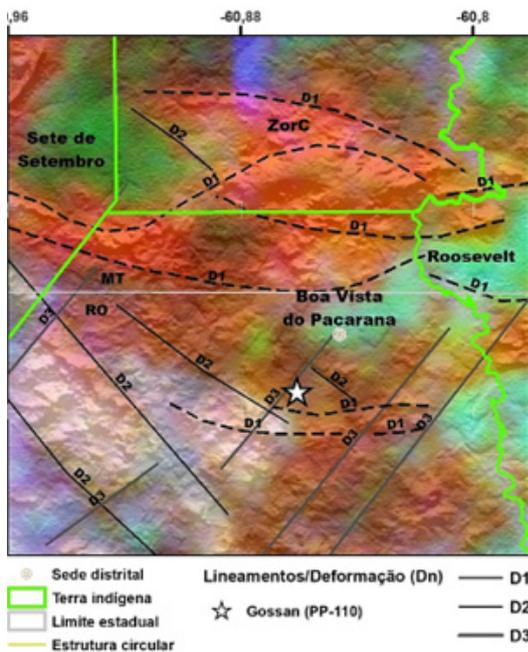


Figura 4 - Localização do Gossan Pacarana (PP-110) sobre o Mapa Ternário da Gamaespectrometria (RGB - K, U, Th) em transparência sobre o relevo sombreado. Fonte: os autores.

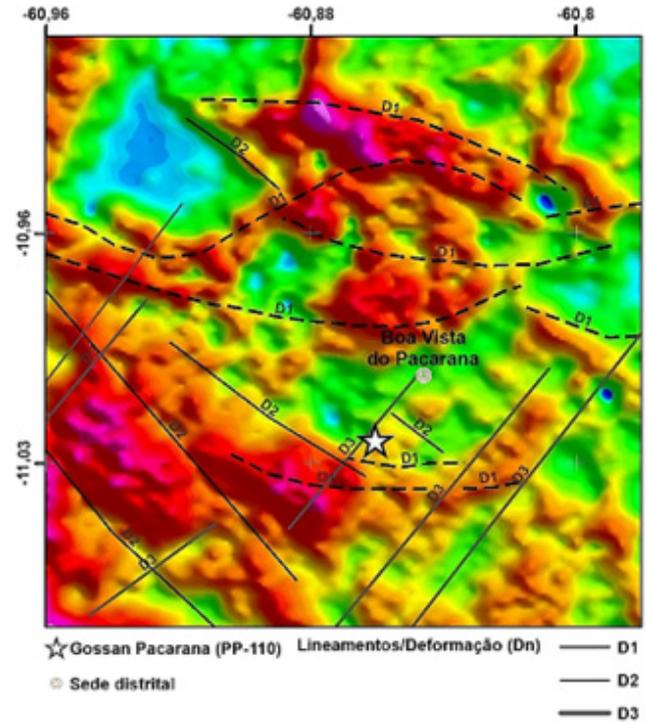


Figura 5 - Mapa do fator F (gamaespectrometria) que evidencia controle litoestrutural. Fonte: os autores.

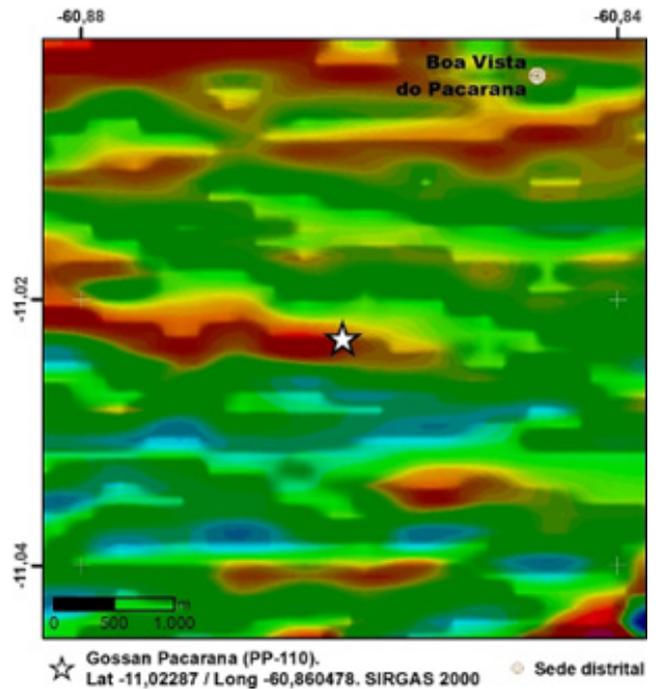


Figura 6 - Mapa da primeira derivada (1DV) do gradiente total da magnetometria marca deformação D1 (E-W). Fonte: os autores.

Nas Figuras 4 e 5, são indicadas a deformação regional, representada pela foliação das metavulcânicas hospedeiras (D1 - linha preta pontilhada). Possíveis zonas de cisalhamento dextrais, com direção geral noroeste (D2), e falhas com direção geral nordeste (D3), que caracterizam eventos deformacionais rúpteis, tardios, que também reativam estruturas pretéritas. A Figura 5, além do

controle litoestrutural, indica prováveis zonas de alterações hidrotermais, marcadas pelo fator F (enriquecimento de potássio e urânio).

As feições mais características da ocorrência são crostas oxidadas gossaníferas associadas a boxworks celulares, esponjosos, retangulares e em a boxworks celulares, esponjosos, retangulares e em seta, característicos de pirita e/ou esfalerita (?), brechas, stockworks constituídos por sílica microcristalina, quartzo leitoso e óxidos de ferro (limonita). Há ocorrência de pirita associada e intercrescida com sílica microcristalina, além de remobilizações por venulações em veios secundários de quartzo e em drusas.

O quartzo microcristalino, por vezes, forma redes em stockwork brechado por remobilizações silicosas secundárias (Figuras 8 e 9). Em campo, foi possível identificar pelo menos três fases de hidrotermalismo. A primeira é caracterizada pelo predomínio de pirita fina, intercrescida com sílica microcristalina a milimétrica, com porções e massas de sulfetos maciços de mesma granulção, de cor cinza-escuro ou completamente oxidados, caracterizados pela cor marrom. A segunda fase está associada a um processo de remobilização contemporâneo à tectônica rúptil tardia, caracterizada também por fase/fluido silicoso que formou stockwork de quartzo com pirita de tamanho submilimétrico (Figura 7). Há, possivelmente, uma terceira fase, relacionada a um sistema de abertura rúptil, preenchido por veios de quartzo leitoso, que formam drusas e dentes de tigre (Figura 8) com pouca presença de pirita.

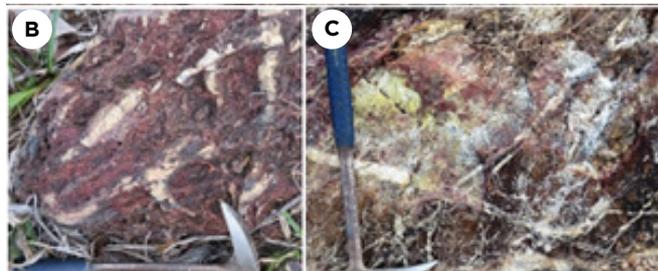


Figura 7 - Amostra de brecha de sílica microcristalina (esbranquiçada) e sulfeto intercrescido e brechado por rede em stockwork marcada por remobilizações quartzosas secundárias; B e C - Observa-se uma porção marrom, característica de intensa oxidação gerada em fase anterior à venulação silicosa tardia. Fonte: os autores.



Figura 8 - Veio de quartzo leitoso com feições de dentes de tigre/drusa. Fonte: os autores.

A análise da amostra PP-R-110C, em estereomicroscópio, permitiu identificar pirita muito fina, com cor amarela e tom verde-claro, disseminada. Ocorre com hábito cúbico, em grãos isolados, milimétricos, além de massas ou aglomerados angulosos e brechados de diâmetro centimétrico. A matriz é equigranular muito fina, constituída por quartzo microcristalino, opacos e biotita. Também foram observadas massas e/ou fenocristais de albita (?) com textura poiquilítica, contendo xenocristais de pirita cúbica no interior dos fenocristais. Na superfície externa da amostra, ocorre intensa oxidação (limonita) e corrosão de óxidos, com brilho amarelado e esverdeado, além da presença de arsenopirita e ouro (Au) muito fino (?).

Foram também observados raros grãos de sulfeto muito fino com iridescência, possivelmente calcopirita. Há porções e cavidades com cristais fibrosos/esponjosos e esbranquiçados (sericita?). Duas seções polidas foram analisadas (Figura 10), identificando-se a presença de pirita fina com inclusões de dois minerais metálicos diferentes de difícil identificação exata: um de cor vermelha/marrom, e outro cinza-chumbo

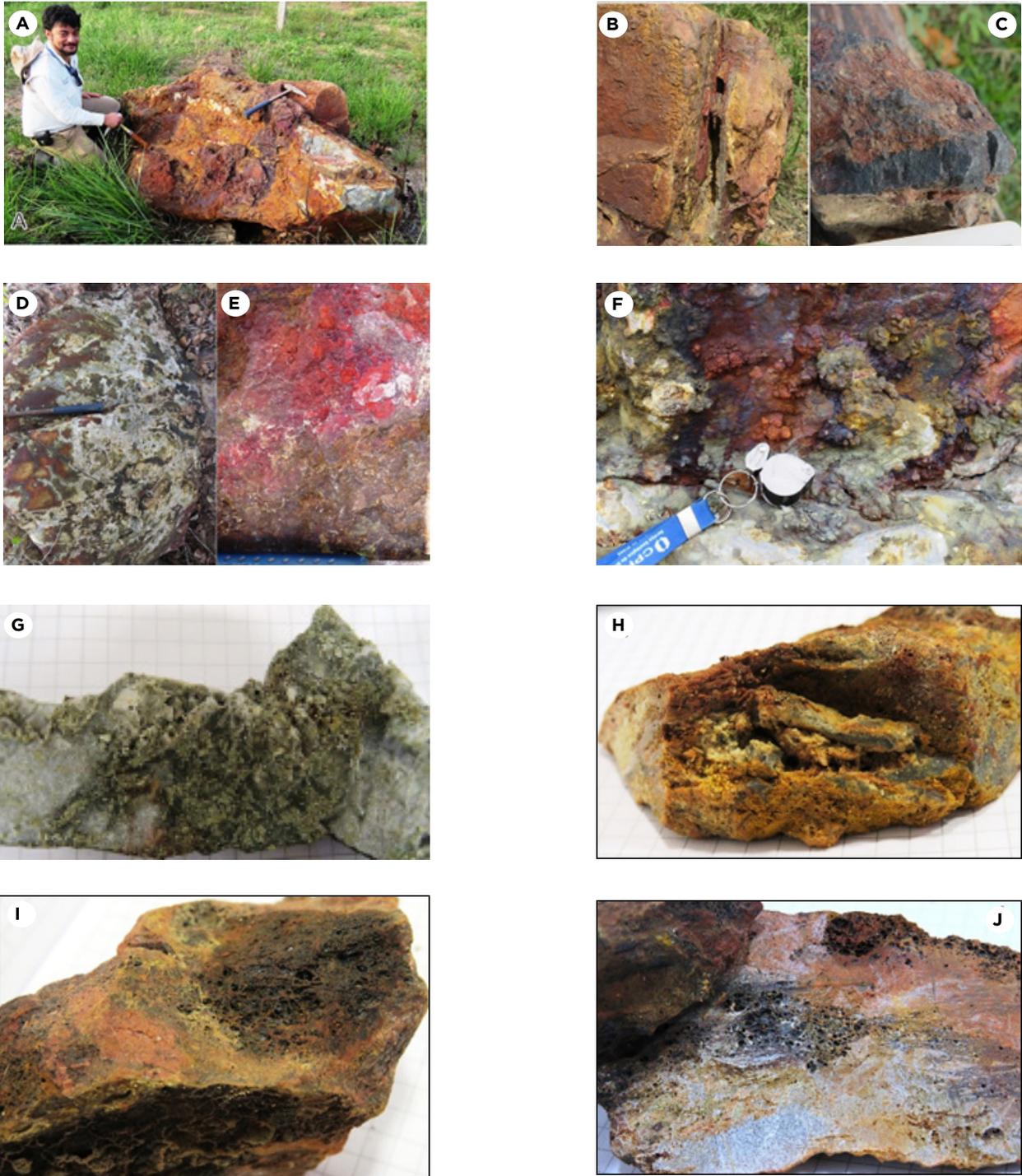


Figura 9 - A - Matação com crosta de sulfetos oxidados;
 B - Detalhe no mesmo matação (em A) com cavidades tabulares decimétricas de sulfeto maciço lixiviado;
 C - Opacos maciços;
 D e E - Crostas com cores de alteração branca, marrom, vermelha, amarela e esverdeada;
 F - Superfície de oxidação botrioidal com cores brancas a cinza (cerussita?), amarela, laranja, marrom e verde (sulfeto de níquel/ferro?) e alteração superficial tipo "tarnish", típica da bornita;
 G - Sílica microcristalina e pirita com textura de boxworks celulares, esponjosos e retangulares;
 H - Boxworks com cerussita?;
 I - Cavidades em textura "esponja" derivada de pirita e algumas terminações em seta que indicam possível esfalerita?;
 J - Massa de sílica microcristalina, limonita e textura de boxworks celulares e esponjosos de pirita; K - Crosta de alteração.
 Obs. Fotos G à K, a escala é papel milimetrado de fundo com quadriculas de 0,5 cm. Fonte: os autores.

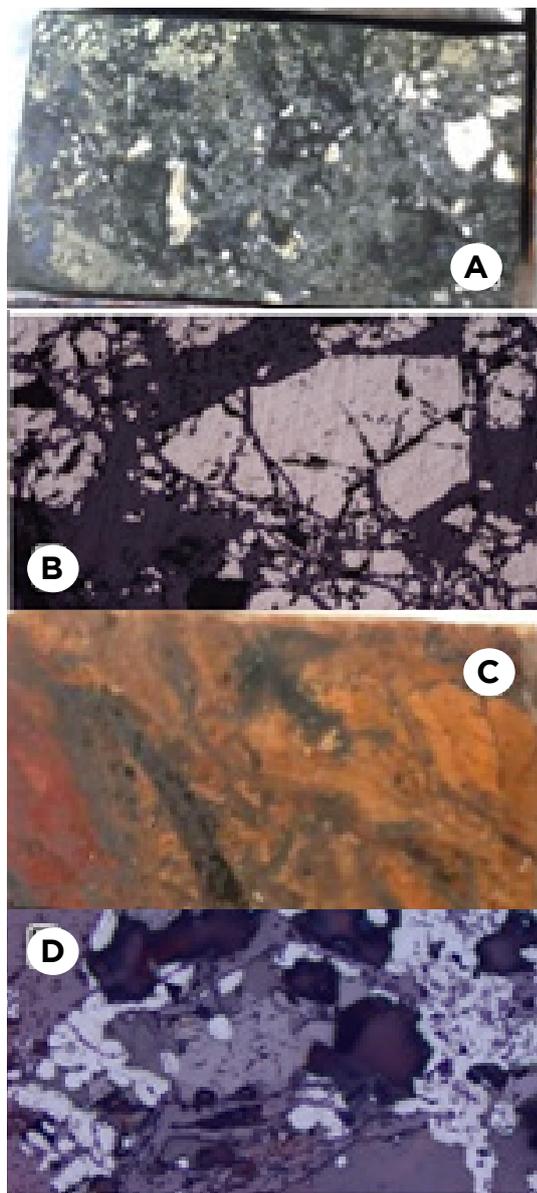


Figura 10 - A. Seção polida PP-110C; B. Fotomicrografia da seção PP-110C, exibe pirita fraturada com até 7 mm, em aumento de 2x; C. Seção polida PP-110D; D. Fotomicrografia da seção polida PP-110D, exibindo cristais de pirita, goethita e hematita, em aumento de 10x. Fonte: os autores.

As amostras PP-R-110 (Figura 9 C, D e E) foram analisadas em XRF portátil, Olympus Delta, com resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2. Nos resultados de litoquímica, por *fire assay*, as amostras PP-110B e PP-110C apresentaram 0,181 ppm e 0,037 ppm de Au, respectivamente (Tabela 3).

Nas Tabelas 1, 2 e 3 e na Figura 11, destacam-se os valores detectados para a seguinte associação de elementos comuns para depósitos VHMS: 181 ppb de Au (*fire assay*); 283 ppm de Ag (XRF); 134 ppm de Bi (XRF); 1030 ppm de Co (XRF); 107 ppm de Sn (XRF); 360 ppm de Cd (XRF); 64 ppm de As (XRF); 820 ppm de Cu (XRF); 95 ppm de Pb (XRF); 1272 ppm de Zn (MXRF); 137 ppm de Tl (MXRF) e 1415 ppm de Sb (MXRF).

Tabela 1 - Análises da amostra PP-110C (rocha), realizadas com XRF portátil Olympus Delta no modo Mining Plus. LE = Light elements (elementos leves que o detector do XRF não determina).

Leitura - % ↓	#23-1	#23-2	#25-2	#31-1	Valor Máximo (ppm)
	PP-R110 C	PP-R110 C	PP-R110 C	PP-R110 C	
LE	57,0750	57,2830	19,8150	44,0190	---
Si	25,5830	2525,4440	2724,7390	38,5930	---
S	7,7020	7,6300	27,6390	9,2660	---
Al	1,5170	1,4780	0,6350	0,0898	---
Fe	6,3260	6,2950	258840	5,6690	---
Mg	0,6840	0,7740	1,0980	1,2070	---
K	0,7990	0,8030	---	0,1390	---
Ti	0,0950	0,0810	---	0,0400	---
Ag	0,0184	0,0183	---	0,0179	184,00
As	0,0000	0,0045	0,0064	---	64,00
Bi	0,0052	0,0254	---	0,0040	52,00
Cd	0,0268	0,0200	0,0280	0,0243	280,00
Co	0,0250	0,0820	0,1030	0,0260	1030,00
Cu	0,0810	0,0120	0,0180	0,0560	820,00
Mn	0,0120	0,0014	---	0,0080	120,00
Mo	0,0012	0,0078	---	0,0010	14,00
Pb	0,0073	---	---	0,0018	78,00
Sb	0,0078	0,0076	0,0068	0,0076	78,00
Sn	0,0072	0,0160	---	0,0068	76,00
V	0,0180	0,0160	---	0,0130	180,00
Zn	---	---	0,0200	---	200,00
Zr	0,0090	0,0084	0,0010	0,0023	90,00
SOMA	99,9999	99,9914	99,9932	99,1915	---

Tabela 2 - Resultados das análises de pó de rocha, realizadas com XRF portátil Olympus Delta no modo Mining Plus.

Leitura %↓	#8Avg	#9Avg	#10 Avg	#20 Avg	#21 Avg	#22 Avg	Valor Máximo (ppm)
	PP 110 C	PP 110 C	PP 110 D	PP 110 D	PP 110 E	PP 110 E	
LE	53,6960	53,0900	59,0990	61,4010	80,4380	79,9650	---
Si	21,9260	22,1490	18,4960	17,1760	12,4120	13,0260	---
Fe	12,2160	12,2550	17,4440	16,8300	2,3430	2,2720	---
S	9,3540	9,4510	1,8720	1,8310	1,4700	1,5270	---
Al	1,0110	1,0660	1,0760	1,0060	1,1600	1,1830	---
Mg	1,1070	1,3220	1,2470	0,9860	0,7020	---	---
K	0,3890	0,3870	0,5290	0,5270	1,2250	1,2530	---
Ti	0,450	0,0400	0,0560	0,0400	0,0800	0,0800	800,00
Ag	0,0276	0,0283	---	---	0,0236	0,0255	283,00
As	---	0,0026	---	---	---	---	26,00
Bi	0,0111	0,0110	0,0134	0,0131	0,0025	0,0028	134,00
Cd	0,0347	0,0356	0,0350	0,320	0,0327	0,0360	360,00
Cl	---	---	---	---	---	---	0,00
Co	0,0600	0,0550	0,0380	0,0410	---	0,0070	600,00
Cr	0,0130	0,0140	---	---	0,0190	0,0230	230,00
Cu	0,0250	0,0240	0,0104	0,0106	0,0034	0,0038	250,00
Mn	0,260	0,0230	0,0310	0,0250	0,0320	0,0310	320,00
Mo	0,0013	0,0015	0,0071	0,0072	---	0,008	72,00
Ni	---	---	---	---	0,0059	0,0067	67,00
Pb	0,0023	0,0027	0,0027	0,090	0,0022	0,0021	95,00
Sb	0,0111	0,0107	0,0110	0,0105	0,0108	0,0119	119,00
Sn	0,0098	0,100	0,0099	0,0099	0,0099	0,0107	107,00
V	0,0170	---	---	0,0130	0,0160	0,0280	280,00
W	0,0043	0,0051	0,0052	0,0051	0,0031	0,0034	52,00
Zn	0,0088	0,0077	---	---	---	---	88,00
Zr	0,0023	0,0023	0,0049	0,0046	0,0055	0,0050	55,00
SOMA	999,983	999,935	999,944	999,780	99,9966	99,5037	---

Tabela 3 - Resultados de análise litogeoquímica por fire assay. O limite de detecção do método é de 5 ppb.

Amostra	Au (ppb)
PP-110B	1 81
PP-110C	37
PP-110D	<5
PP-110E	9

GEOQUÍMICA DE SUPERFÍCIE

O levantamento geoquímico de sedimentos ativos de corrente (SC) do projeto contou com 487 estações de amostragem, resultando em uma densidade média de 1:15 km². Dentre essas estações, 35 foram executadas na região de predomínio de rochas do Grupo Roosevelt. No laboratório, as amostras foram peneiradas a 0,177 mm (80 mesh), e o material passante foi digerido em água-régia e analisado por ICP-MS/OES para 52 elementos. Adicionalmente, 50 gramas da fração analisada foram submetidas à fusão, copelação e digestão ácida (HNO₃ e HCl), com leitura em ICP-MS para ouro, paládio e platina (*fire assay*).

Para o estudo da dispersão dos elementos químicos em superfície, baseou-se na distribuição dos elementos em SC e nas relações com o ambiente em que ocorrem. Assim, foi possível determinar faixas de background geoquímico das principais unidades litoestratigráficas da área do projeto, o que possibilitou a comparação dessas informações obtidas em cada unidade.

O Grupo Roosevelt, revelou ter teores médios mais elevados que as demais unidades, para os elementos Ag, As, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn, Sr, Tl, V e Zn, em sua maioria calcófilos, conforme a classificação de Goldsmith, conhecidos por sua grande afinidade geoquímica com fases sulfetadas. Os boxplots dos elementos Ag, Cu, Pb e Zn, visualizados na Figura 12, demonstram essa comparação.

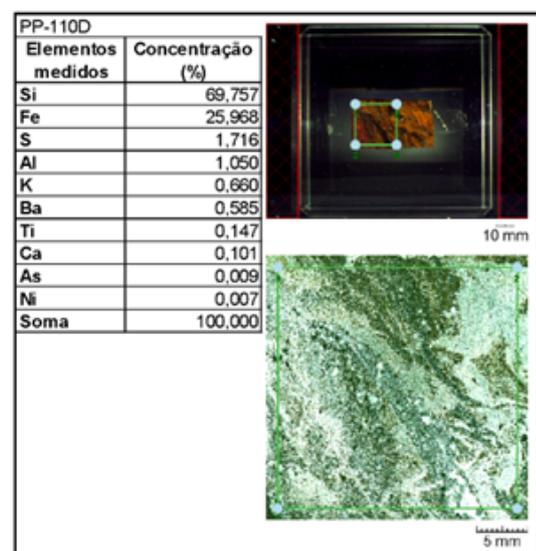
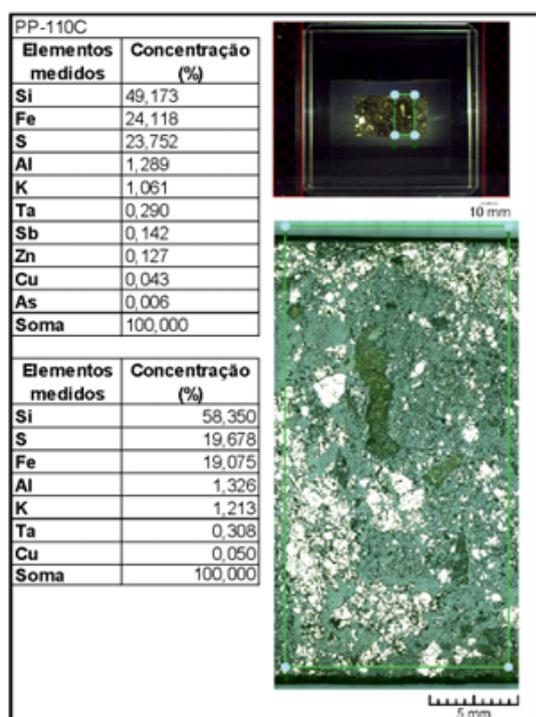
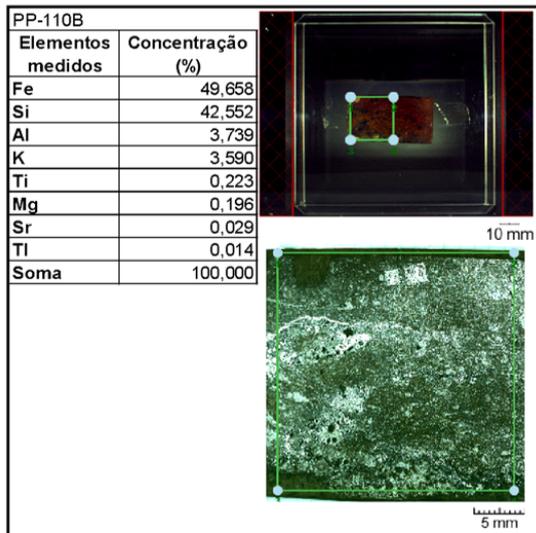


Figura 11 - Análise de seções polidas realizadas por meio de mapeamento composicional Micro XRF. Fonte: os autores.

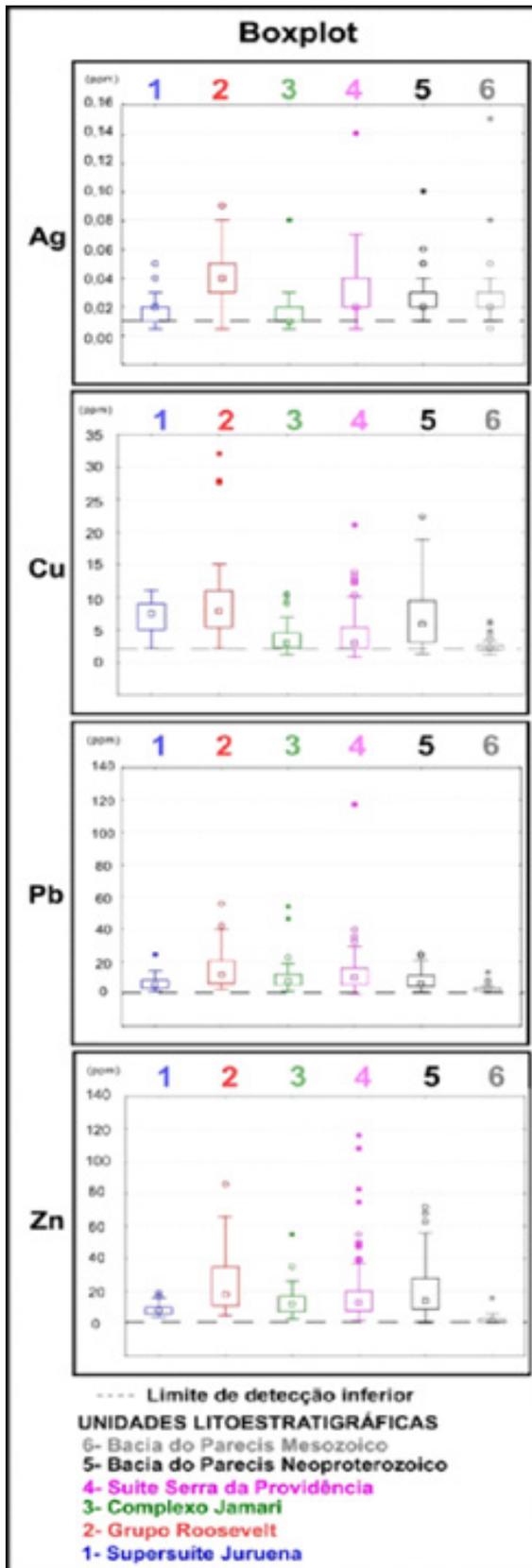


Figura 12 - Boxplot com a distribuição de Ag, Cu, Pb e Zn para as unidades estratigráficas na área do projeto. Fonte: os autores.

O estudo da distribuição e dispersão geoquímica em superfície dos elementos, com base em amostras da área do Grupo Roosevelt, revelou as áreas com a maior disponibilidade dos elementos de interesse. O cobre foi utilizado como exemplo, como

mostrado na Figura 13, onde os mapas exibem os teores classificados de acordo com as populações observadas no QQ-plot. Também são apresentados os mapas com os resultados de Ag, Pb e Zn (Figura 14) com a identificação dos ambientes com maior disponibilidade desses elementos em superfície.

Os mapas ainda mostram que os maiores teores encontrados no domínio do Grupo Roosevelt estão localizados na região da Serra Azul, onde ocorrem as formações Filadélfia e Serra do Expedito, intrudidas por rochas máfico-ultramáficas mesoproterozoicas (Romanini, 2000).

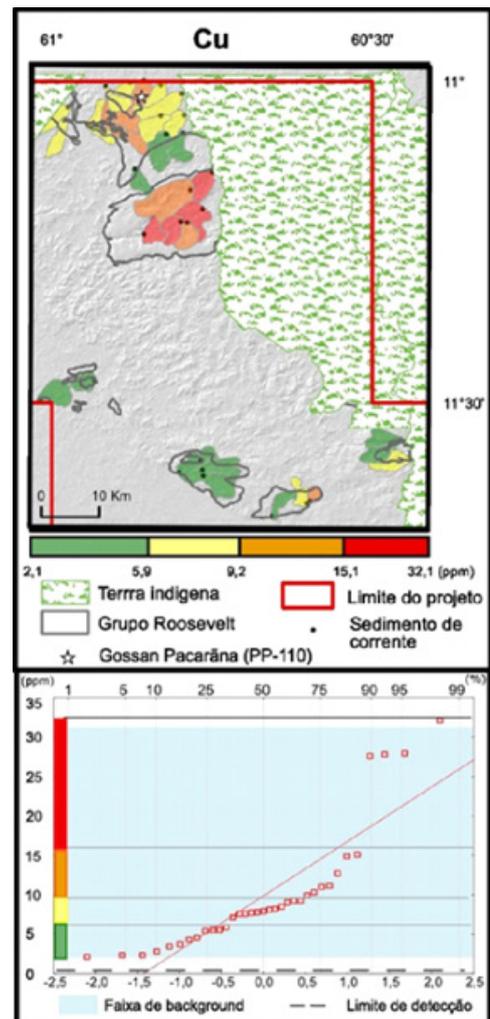


Figura 13 - Distribuição das classes de teores de cobre nos sedimentos de corrente do Grupo Roosevelt, baseadas nas populações encontradas no QQ-plot e indicação da faixa de background. Fonte: os autores.

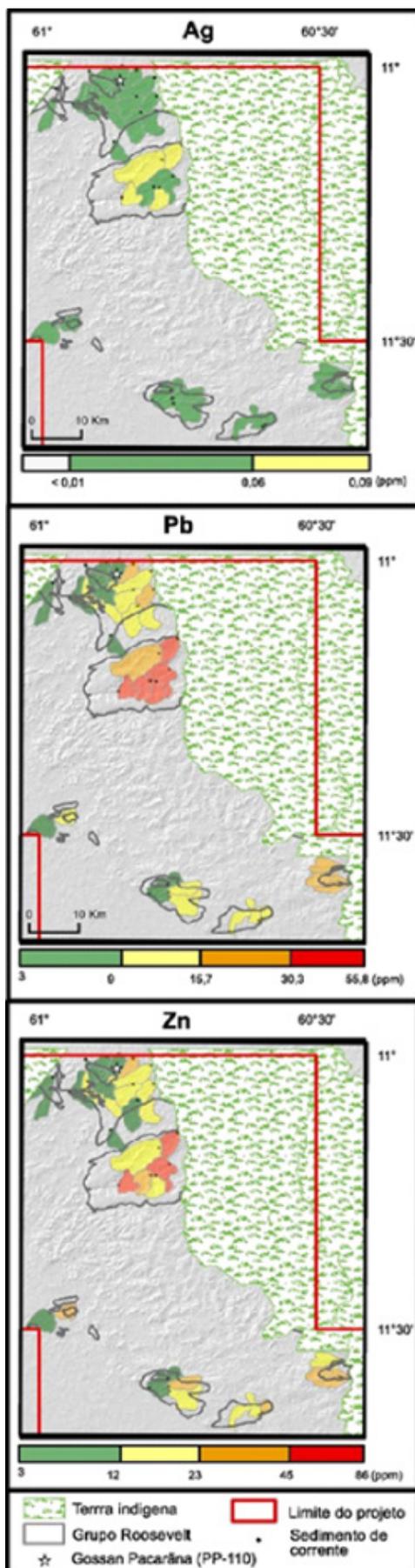


Figura 14 - Distribuição dos teores de Ag, Pb e Zn em sedimento de corrente do Grupo Roosevelt na área do projeto e indicação do Gossan Pacarãna. Fonte: os autores.

A estação de SC, cuja bacia de captação contém a localização do Gossan Pacarãna, apresentou teores de 0,4 ppm de prata, 12,7 ppm de cobre, 5,7 ppm de chumbo e 8 ppm de zinco. Outros elementos com teores destacados nesta amostra são o bismuto, com 0,98 ppm, o molibdênio, com 0,84 ppm, e o telúrio, com 0,1 ppm. Este último, juntamente com mais duas bacias contíguas, constitui uma das únicas ocorrências acima do limite inferior de detecção desse elemento nos SC dessa unidade.

As faixas de background geoquímico foram estimadas para o Grupo Roosevelt, utilizando os resultados das amostras de SC conforme a metodologia descrita anteriormente, e calculadas por meio do boxplot (Tukey, 1977), com a distribuição log-transformada. Os resultados estão expressos no sumário estatístico da Tabela 4, que apresenta para os elementos citados a respectiva unidade de medida, o limite de detecção inferior (LDI) do método, o grau de detecção e os limites inferior e superior das faixas de background.

Tabela 4 - Unidades de medida, limite de detecção inferior do método (LDI), grau de detecção e limites inferior (L inf.) e superior (L sup.) das faixas de background dos elementos Ag, As, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn, Sr, Tl, V e Zn.

Elemento	LDI	Detecção	L inf.	L sup.
Ag (ppm)	0,01	97%	0,01	0,09
As (ppm)	1	40%	<1	10
Be (ppm)	0,01	100%	0,1	2,3
Bi (ppm)	0,02	100%	0,03	0,75
Cd (ppm)	0,01	83%	<0,01	0,2
Co (ppm)	0,05	100%	0,1	4,8
Cu (ppm)	0,05	100%	2,1	32
Fe (%)	0,01	100%	-	-
In (ppm)	0,02	63%	<0,02	0,3
Mn (ppm)	0,05	100%	85	1216
Mo (ppm)	0,05	100%	0,1	1,45
Pb (ppm)	0,1	100%	3	55,8
Sb (ppm)	0,05	89%	<0,05	1,68
Sn (ppm)	0,3	94%	<0,3	4,47
Sr (ppm)	0,1	100%	0,5	5,7
Tl (ppm)	0,02	97%	<0,02	0,1
V (ppm)	1	100%	10	121
Zn (ppm)	1	100%	5	86

Essas informações podem ser utilizadas como valores de referência, tanto em trabalhos de cunho prospectivo, de mapeamento geoquímico e trabalhos ambientais, possibilitando comparações com outras regiões, como comparações da mesma área levantada em momentos diferentes.

COMENTÁRIOS FINAIS

Trindade Neto et al. (2020) descrevem que depósitos polimetálicos do tipo exalativo são grandes fontes minerais dos elementos Zn, Pb, Cu, Ag e Au, associados a importantes elementos secundários como Co, Sn, Se, Mn, Cd, In, Bi, Te, Ga e Ge, além de As, Sb e Hg. Esses depósitos normalmente ocorrem na forma de lentes concordantes de precipitados de sulfetos maciços, sobrejacentes a sistemas de veios discordantes do tipo stockwork, associados a um halo de alteração hidrotermal. Eles se formam sob ou próximo a ambientes vulcânicos subaquosos e, por isso, suas rochas hospedeiras podem ser tanto vulcanogênicas quanto sedimentares.

A alteração intempérica avançada de um corpo de sulfetos maciços e brechas hidrotermais ricos em quartzo, hospedados em rochas metavulcânicas ácidas do Grupo Roosevelt, pode ter sido o processo que resultou na formação da crosta gossanífera Pacarana. Essa crosta pode representar a porção superficial de um depósito VHMS do tipo bimodal félsico, que é hospedado por sequências de rochas vulcânicas com predominância de rochas félsicas, menor presença de máficas e ausência ou pouca quantidade de sedimentos.

Se não for um gossan transportado, ou seja, se os óxidos não migraram dissolvidos em ácidos para se precipitar longe dos sulfetos de origem, o Gossan Pacarana pode representar a expressão superficial oxidada de uma zona de minérios subjacentes (Taylor, 2011). Nesse caso, formaria uma zona de pirita que poderia corresponder a um depósito VHMS subjacente ou uma zona de raiz de depósito VHMS, formada por stockwork silicoso e pirítico, onde depósitos de esfalerita, galena, calcopirita, pirrotita, Au e Ag já teriam sido erodidos.

Nas proximidades dessa ocorrência, próximos às fácies metavulcanossedimentares do Grupo Roosevelt, há afloramentos de granófiros, gabro, diabásio e um corpo granítico da Suíte Providência (semelhante ao corpo intrusivo do depósito VMS Aripuanã, no Mato Grosso). O contexto geológico da região de Boa Vista do Pacarana, junto à associação de elementos comuns a depósitos VHMS, principalmente os elementos-traço menos móveis ainda presentes em estágios pós lixiviação intempérica, sugere uma forte correlação com o depósito polimetálico de Aripuanã-MT.

O estudo geoquímico dos sedimentos de corrente coletados na área do projeto in-

dicou que o Grupo Roosevelt apresenta teores médios mais elevados principalmente de elementos calcófilos, junto a siderófilos e minoritariamente litófilos. Observou-se que no domínio Roosevelt os maiores teores de Ag, Cu, Pb e Zn estão localizados na região da Serra Azul, onde afloram rochas das formações Filadélfia e Serra do Expedito, intrudidas por rochas máficas e por granitos Serra da Providência. A distribuição desses elementos (Ag, Cu, Pb e Zn) em superfície é observada em outras áreas, além de onde o gossan foi encontrado, o que indica a possibilidade de ocorrerem outras áreas potenciais para a descoberta de ocorrências polimetálicas semelhantes no Grupo Roosevelt, em Rondônia.

REFERÊNCIAS

- BIONDI, João Carlos; SANTOS, Roberto Ventura; CURY, Leonardo Fadel. The Paleoproterozoic Aripuanã Zn-Pb Ag (Au, Cu) Volcanogenic Massive Sulfide Deposit, Mato Grosso, Brazil: Geology, Geochemistry of Alteration, Carbon and Oxygen Isotope Modeling, and Implications for Genesis. **Economic Geology**, v. 108, n. 4, p. 781 – 811, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2113/econgeo.108.4.781>.
- DIENER, Fernando Santos; POLO, Hugo José de Oliveira; CARNEIRO, Jônatas de Sales Macedo. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Rio Branco - SC.20-Z-B**, escala 1:250.000. Goiânia: CPRM, 2019. 90 p. il. Programa Geologia do Brasil. ISBN: 978-85-7499-522-9. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21297>. Acesso em: 01 nov. 2024..
- IZA, Edgar Romeo Herrera de Figueiredo; COSTA; Manoel Augusto Correa da; CASTRO, Cassiano da Costa. **Geologia e Recursos Minerais das Folhas Serra da Providência e Ji-Paraná SC-20-Z-A-III e SC-20-Z-A-VI**, Escala 1:100.000. Porto Velho: CPRM, 2016. 122 p.: il. color. Programa Geologia do Brasil (PGB). ISBN: 978-85-7499-251-8. Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15385>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- LEITE, Jaime Alfredo Dexheimer; SOUSA, Maria Zélia de Aguiar; SAES, Gerson Souza; MACAMBIRA, Moacir José Buenano; XAVIER, Roberto Perez; SIQUEIRA, Alberto José; BATATA, Maria Elisa Fróes; OLIVEIRA, Fabiana Alves de; SILVA Jr., Joselir Gomes; QUADROS, Álvaro Pizzato. Caracterização do depósito polimetálico (Zn, Pb, Ag, Cu, Au) de Aripuanã, Mato Grosso; In: MARINI, Onildo João; QUEIROZ, Emanuel Teixeira; RAMOS, Benedicto Wladimir (eds). **Caracterização de Depósitos Minerais de Distritos Mineiros da Amazônia**. Brasília: DNPM, 2005. p. 597 686.
- NEDER, R. D.; LEITE, J. A. D.; FIGUEIREDO, B. R.; MCNAUGHTON, N. J. 1.76 Ga vulcano-plutonism in the southwestern Amazonian Craton, Aripuanã-MT. Brazil: Tectono-stratigraphic implications from SHRIMP U-Pb zircon data and rock geochemistry. **Precambrian Research**, v. 119, p. 171 187, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(02\)00122-5](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(02)00122-5).
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica Aluvionar da Área Serra Azul, Rondônia. Escala 1:50.000. Porto Alegre: CPRM, 2000. (Informe de Recursos Minerais. Série Metais do Grupo da Platina e Associados, 07). Programa Nacional de Prospecção de Metais do Grupo da Platina-PNPP.
- RIZZOTTO, G. J.; SCANDOLARA, J. E.; SILVA, C. R.; DALL'AGNOL, R.; BETTENCOURT, J. S.; MO-RAIS, P. R. Geology and preliminary geochemistry of the middle proterozoic Serra da Providência rapakivi granite-Rondônia, Brazil. In: DALL'AGNOL, R.; MACAMBIRA, M. J. B.; COSTI, H. T. (eds.). SYMPOSIUM ON RAPAKIVI GRANITES AND RELATED ROCKS, 1., 1995, Belém. **Abstracts** [...]. Belém: Center for Geosciences. University Federal of Pará, 1995. p. 67. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/bcb1aebf-a9c5-4c92-ae17-88c7e90c31f4/899429.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- RIZZOTTO, Gilmar José; QUADROS, Marcos Luiz do E. S.; SILVA, Luiz Carlos da.; ARMSTRONG, Rcihard; ALMEIDA, Marcelo. O Granito Aripuanã: Datação U-Pb (SHRIMP) e Implicações Metalogenéticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., João Pessoa, 2002. **Anais** [...]. João Pessoa: SGB, 2002. p. 469. Disponível em: https://www.sbgeo.org.br/anais_digitalizados/2002-JOAO%20PESSOA/2002-JO%20C3%83O%20PESSOA.pdf. Acesso em: 01 nov. 2024.
- SCANDOLARA, Jaime Estevão; RIZZOTTO, Gilmar José; BAHIA, Ruy Benedito Calliari; QUADROS, Marcos Luiz do E. S.; SILVA, Cássio Roberto da; AMORIM, Jânio Leite de. Mapa geológico do Estado de Rondônia. Escala 1:1.000.000. In: SCANDOLARA, Jaime (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado de Rondônia**: texto explicativo e mapa geológico do estado de Rondônia. Brasília: CPRM, 1999. Escala 1:1.000.000. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil - PLGB. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/2419>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- TASSINARI, C. C. G. A porção ocidental do Cráton Amazônico: evidências isotópicas de acreção continental no Proterozóico Médio. In: SYMPOSIUM AMAZONICO, 2., 1984, Manaus. **Atas** [...]. Manaus: DNPM, 1984. p. 439-446.
- TAYLOR, R. **Gossans and Leached Cappings**: Field Assessment. Berlin: Springer, 2011. ISBN: 978-3-642-22050-0. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-22051-7>.
- TRINDADE NETTO, Gil Barreto; DIENER, Fernando Santos; FUENTES, Danilo Barbosa Vieira; REZENDE, Eduardo Soares. **Evolução crustal e metalogenia da região de Aripuanã**. Goiânia: CPRM, 2020. 195 p. il. + mapas. Informe de Recursos Minerais. Série Províncias Minerais do Brasil, 28. ISBN: 978-65-5664-000-6. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21663>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1977. 688 p. ISBN: 978-0201076165.

INFORME TÉCNICO Nº 24

Brasília, dezembro de 2024.
ISSN: 2448-2242

Publicação *on-line* seriada
Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Disponível em: www.sgb.gov.br

Serviço Geológico do Brasil

SBN - Quadra 02 - Bloco H, Ed. Central Brasília,
1º andar

Brasília - DF - Brasil

CEP: 70040-904

Telefone:(61) 2108-8400

www.sgb.gov.br

Contatos: seus@sgb.gov.br

marcelo.esteves@sgb.gov.br



DIRETOR DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

Francisco Valdir Silveira

CORPO EDITORIAL

Maisa Abram Bastos
Guilherme Ferreira da Silva

REVISÃO

Gilmar José Rizzotto

REVISÃO GRAMATICAL E ORTOGRÁFICA

Irinéa Barbosa da Silva

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Maria Gasparina de Lima

DIAGRAMAÇÃO

Iago Duarte de Jesus