



Aspectos Petrográficos e Litogeoquímicos das Rochas Mineralizadas em Sulfetos do Complexo Rio Salitre, Juazeiro – Bahia

Ramon Matos AROUCA Jr¹, José Haroldo da Silva SÁ¹, Pedro Maciel de Paula GARCIA¹, Luís Rodrigues dos Santos de OLIVEIRA¹, Luan Cavalcanti DÁTOLI²

RESUMO: No município de Juazeiro, extremo norte do estado da Bahia, situa-se o Complexo Rio Salitre, caracterizado como sendo uma sequência vulcano-sedimentar de baixo grau metamórfico, comparáveis aos terrenos arqueanos do tipo greenstone belt. Essas rochas apresentam-se deformadas e fortemente alteradas por ação de fluidos hidrotermais. Trata-se de uma associação litológica agrupados em unidade inferior (metavulcânicas máficas/ félsicas) e unidade superior (filitos, micaxistos, quartzo-feldspato gnaisses e rochas carbonáticas). A unidade superior contém mineralizações de sulfetos, tornando-se assim, alvo de sucessivos programas de avaliação e exploração mineral ao longo dos anos, pela CBPM. A complexidade dos processos geológicos envolvidos na gênese das mineralizações torna a caracterização genética das mineralizações sujeita a questionamentos. Como objetivo pretende-se caracterizar as rochas mineralizadas em seus aspectos litogeoquímicos e petrográficos, com a intenção de avançar no entendimento da gênese dos sulfetos do Complexo Rio Salitre. O minério é constituído principalmente por disseminações de pirita, com níveis maciços intercalados, e secundariamente pirrotita, apresentando associações com calcopirita e traços de esfalerita e galena. Os resultados indicam que as mineralizações estão estritamente associadas às rochas com protólitos sedimentares. O tratamento e a interpretação dos dados, comparativamente com modelos relacionados na literatura específica levam a concluir, preliminarmente, tratar-se de um ambiente geológico/metalogenético comparável ao tipo sedimentar exalativo (SEDEX).

Palavras Chave: Complexo Rio Salitre; Cráton do São Francisco; Minério de sulfetos; SEDEX.

Abstract: *The Rio Salitre Complex crops out in the northernmost part of the Bahia State, in the Juazeiro municipality. The Complex comprises a low metamorphic grade volcano-sedimentary sequence, similar to Archean and Paleoproterozoic Granite-Greenstone belt terrains. The Rio Salitre Complex lithologies are grouped into two unities, namely lower unit (mafic and felsic metavolcanics) and upper unit (phyllites, schists, quartz-feldspar gneisses, and carbonate rocks). The upper unit holds significant sulfide mineralization,*

¹ Instituto de Geociências – Universidade Federal da Bahia

² Instituto de Geociências – Universidade Federal de Pernambuco

Autor para correspondência: Ramon Matos Arouca Jr.

Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia, Grupo de Metalogênese, Rua Caetano Moura, nº 123 - Federação. CEP: 40210-340 - Salvador (BA)

E-mail: ramon.geologia@gmail.com

Recebido durante o XXVI SGNE 2015 / Aceito em 5 de Novembro de 2016.

hence becoming target of successive mineral exploration and evaluation programs, by CBPM (Companhia Baiana de Pesquisa Mineral) since the 1970's. The sulfide mineralization of the Rio Salitre Complex have been studied on this paper. The intricate geological processes related to the ore genesis has left some open questions. This article aims to summarize the main litogeochemical and petrographic features of the mineralized rocks of the Rio Salitre Complex. The sulfide ore consists mainly of pyrite disseminations interlayered with massive lenses, subordinate pyrrhotite, chalcopyrite and less common sphalerite and galena. The petrographic and lithogeochemical data reveal that the mineralization is often related to metasedimentary rocks, as calc-silicate rocks, tremolitites and graphite pelitic rocks, and associated metagrawackes and metarkose levels, including quartzite and dolomitic rocks lenses. These rocks are deformed, metamorphosed and deeply altered by hydrothermal fluids. The lithogeochemical data interpretation, and the comparison with the literature records, lead to the preliminary conclusion that the Rio Salitre Complex mineralization is the record of similar a geological environment, and a metallogenetic process, to those observed in sedimentary-exhalative deposits (SEDEX-type).

Keywords: *Rio Salitre Complex; São Francisco craton; Sulfide Ore; SEDEX-type.*

1. INTRODUÇÃO

No município de Juazeiro, situado no extremo norte do estado da Bahia, encontram-se mineralizações sulfetadas relacionadas ao Complexo do Rio Salitre. Segundo Dalton de Souza *et al.* (1979), esse complexo foi caracterizado como sendo uma sequência vulcanosedimentar, deformada e metamorfisada em baixo grau, constituída por uma expressiva unidade de metapelitos, metagrauvacas e metarcósios, intercaladas com metavulcanitos máfico-ultramáficos e félsicos comparáveis aos terrenos arqueanos do tipo *greenstone belt*.

Sabendo-se a importância que terrenos desse tipo podem hospedar diversas mineralizações de classe mundial, a região do Rio Salitre foi alvo de sucessivos programas de avaliação e exploração mineral, o que proporcionou a inclusão do mesmo no programa de aerolevantamento eletromagnético (AEM-IMPUL) desenvolvida pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, GARRIDO & RIBEIRO, 1983; GARRIDO, 1984; KONINGS & VASCONCELOS, 1983; RIBEIRO, 1984; RIBEIRO *et al.*,

1984). O programa selecionou 11 alvos para detalhamento de suas características geológicas, geofísicas e geoquímicas. A partir dessas análises, foi constatado em alguns alvos ocorrências de gossan. Sondagens revelaram que a faixa de gossan seria a expressão superficial relacionada diretamente a um horizonte mineralizado em pirita, com níveis maciços intercalados a níveis disseminados, e secundariamente pirrotita, apresentando associações com calcopirita, esfalerita e galena. Ensaio preliminares em pirita demonstraram o aproveitamento econômico deste depósito sulfetado que quando convertido em ácido sulfúrico, pode ser utilizado nas indústrias de produtos químicos, indústrias de açúcar, papel e celulose, siderurgia e fertilizantes (SOUZA *et al.*, 2011).

Dentre os trabalhos já realizados sobre os depósitos de sulfetos do Complexo Rio Salitre destacam-se os trabalhos realizados por Sá (1991), onde propõe a natureza sedimentar das rochas hospedeiras das mineralizações de sulfetos. Ribeiro (1998) sugere uma origem vulcanogênica baseado na assinatura isotópica de enxofre. Algumas

inquirições ficam dispostas a este trabalho, que objetiva retomar a discussão sobre os depósitos Vulcanic Massive Sulfide (VMS) versus Sedimentary Exhalative (SEDEX), afim de direcionar futuros trabalhos exploratórios na busca de novos depósitos promissores, ampliando os estudos não apenas no viés econômico, mas também nos avanços significativos do conhecimento científico da porção norte do Cráton do São Francisco.

2. LOCALIZAÇÃO E CONTEXTO GEOLÓGICO

A região de estudo está localizada ao norte do estado da Bahia, próximo ao Rio São Francisco, fazendo fronteira com o estado de Pernambuco, a sudoeste da cidade de Juazeiro e a sudeste da barragem de Sobradinho. Está compreendida entre os meridianos 40°50'W - 40°30'W, os paralelos 9°20'S - 9°50'S e, cartograficamente, inserida nas folhas topográficas 1:100.000: Petrolina (SC.24-V-C-III) e Campo dos Cavalos (SC.24-V-C-VI).

Do ponto de vista geotectônico, a área de estudo faz parte do domínio de Sobradinho (Figura 1). Segundo Barbosa & Dominguez (1996); Angelim & Kosin 2001; Dantas et al. 2010; esse domínio é caracterizado por terrenos do tipo TTG (ortognaisses de composição tonalítica-trondhjemítica-granodiorítica), variavelmente migmatizados, reequilibrados na fácies anfíbolito. De maneira geral, a deformação impressa nos ortognaisses gera foliações de alto ângulo e de direção NNE-SSW e estruturas complexas de superposição de dobras do tipo domo e bacia, cogumelo e laço (CAXITO & UHLEIN, 2013). Os dados geocronológicos disponíveis sugerem uma evolução do domínio Sobradinho durante o Arqueano (3.5-2.5 Ga) e o Proterozóico

inferior (2.2-1.9 Ga; CAXITO & UHLEIN 2013; SANTOS & SILVA FILHO 1990, FIGUERÔA & SILVA FILHO 1990, BARBOSA & DOMINGUEZ 1996, PLÁCID et al. 2000; BARBOSA & SABATÉ 2004; DANTAS et al. 2010).

O contexto geológico regional registra as seguintes unidades: Complexo Metamórfico Migmatítico, sequência metavulcanossedimentar do Complexo Rio Salitre, Granitoides Intrusivos e Coberturas Superficiais Cenozóicas (Figura 2).

O Complexo Metamórfico Migmatítico compreende remanescentes do embasamento de idade arqueana (2,6Ga) constituídos por uma assembleia de rochas supracrustais e infracrustais, principalmente por metatexitos, diatexitos, granitos, e subordinadamente gnaisses, xistos, que englobam níveis de rochas metassedimentares e metavulcânicas (DALTON DE SOUZA et al. 1979).

As rochas do Complexo Rio Salitre incluem associação litológica de rochas metavulcânicas máfico-ultramáficas/félsicas e rochas metassedimentares agrupadas por Souza e Teixeira (1981), respectivamente, em unidade inferior e unidade superior. A unidade inferior é constituída por rochas metavulcânicas máficas com níveis de lavas ultramáficas restritas, intercaladas por metavulcânicas félsicas, enquanto que a unidade superior, é por sua vez caracterizada por filitos, micaxistos com enxames de veios de quartzo, quartzo-feldspato gnaisses e rochas metacarbonáticas.

De acordo com os autores Angelim e Silva (1993); Figueiroa e Santos (1993) o evento Riaciono deformacional e metamórfico ocorrido no Proterozoico Inferior (2,004 Ma), proporcionou a geração de granitoides na região. Parte desses granitoides são intrusivos nas rochas supracrustais do Complexo

Rio Salitre.

Coberturas Cenozoicas Tercio-Quaternárias ocorrem sobre as litologias anteriormente descritas. Trata-se de

coberturas detriticas, arenosas, arenopargilosas com seixos e matações, além de aluviões, depósitos de tálus e colúvios, que configuram a paisagem atual.

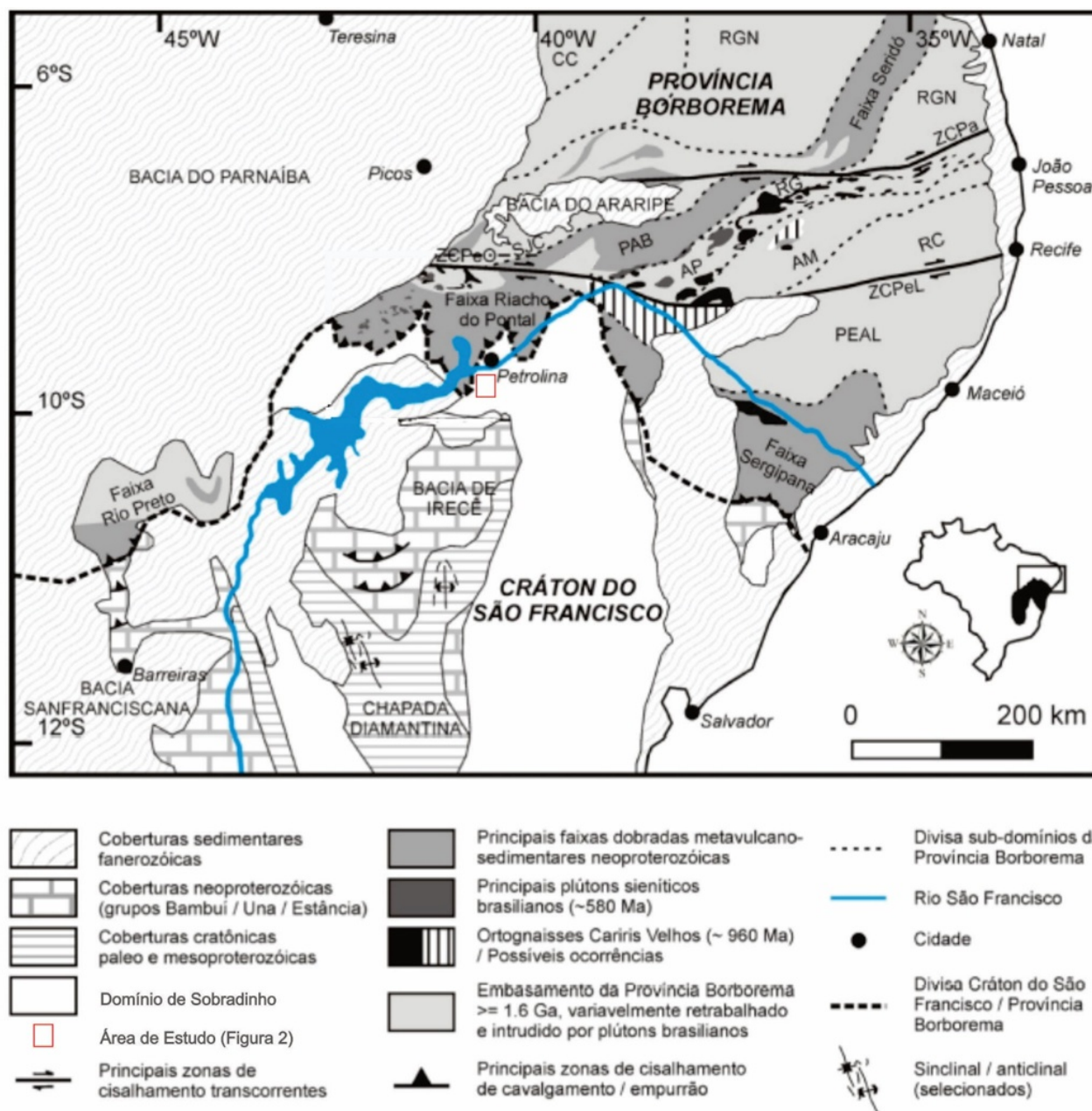


Figura 1: Mapa geotectônico esquemático do nordeste do Cráton do São Francisco (Modificado de Caxito & Uhlein 2013). Sub-domínios da Província Borborema: PEAL – Pernambuco-Alagoas, RC – Rio Capibaribe, AM – Alto Moxotó, AP – Alto Pajeú, PAB – Piancó- Alto Brígida, SJC – São José do Caiano, RGN – Rio Grande do Norte, CC – Ceará Central. ZCPeO e ZCPeL = Zona de Cisalhamento Pernambuco Oeste e Leste, respectivamente; ZCPa = Zona de Cisalhamento Patos. Compilado de Brito-Neves et al. (2000, 2005) e referências ali citadas.

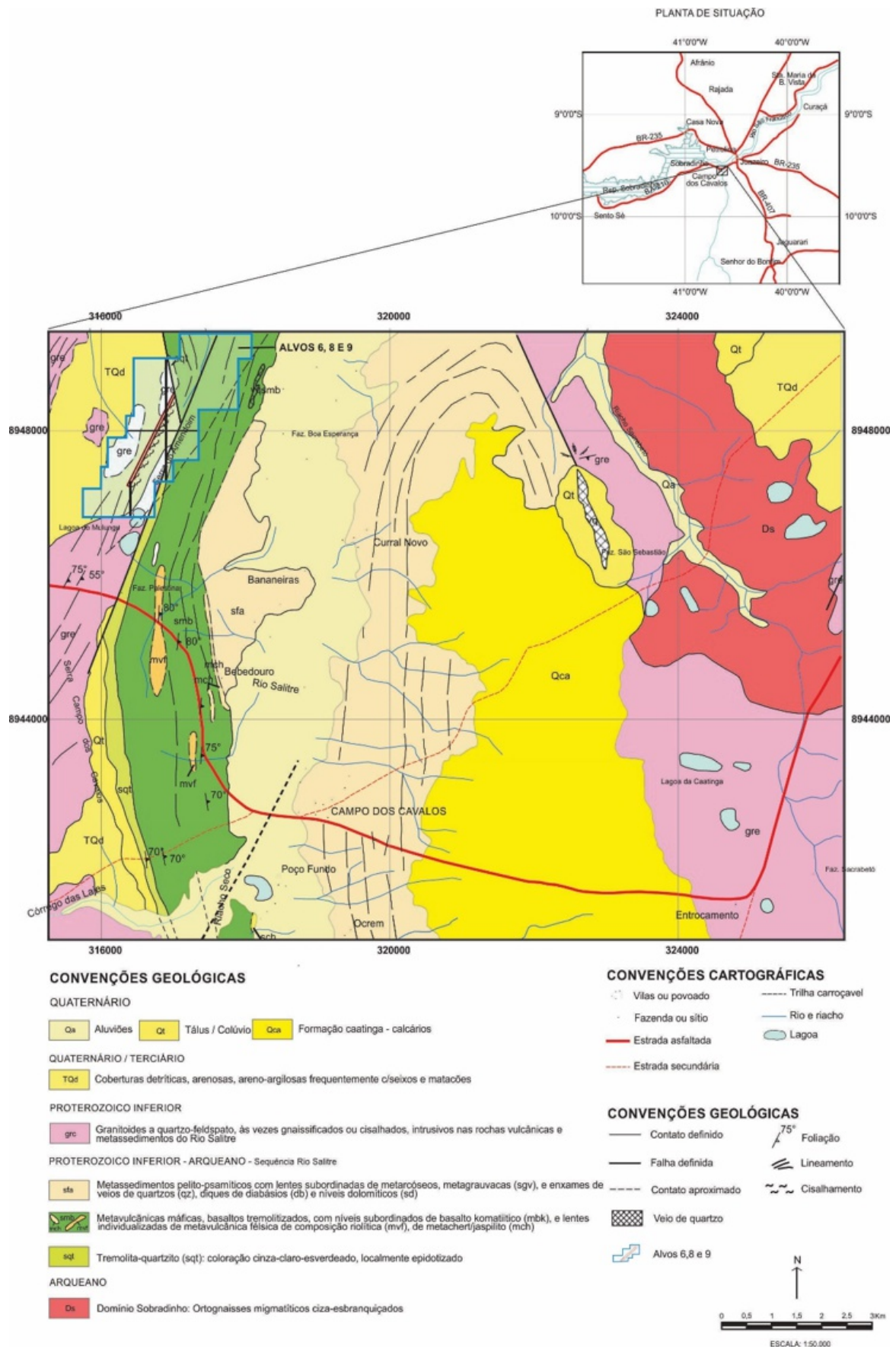


Figura 2 - Mapa geológico e de situação da área de estudo. (Modificado de SOUZA et al., 2011).

A zona mineralizada do Complexo Rio Salitre localiza-se na extremidade noroeste dos alvos 6, 8 e 9 (Figura 3). Devido ao contraste entre anomalias eletromagnéticas, foram reconhecidas duas zonas de mineralização sulfetada ricas em pirita: principal e secundária (SOUZA *et al.*, 2011). Para fins investigativos, foram amostrados litotipos mineralizados em testemunhos de sondagem em 8 furos executados pela CBPM na área do projeto (FMS-01, FMS-03, FMS-04, FMS-05, FMS-08, FMS-09, FMS-10 e FMS-14, figura 3).

A zona principal com cerca de 1.500m de comprimento e 50m de largura, orientada na direção N 30°E é caracterizada como um estreito horizonte composto por rochas calcissilicáticas tremolitizadas, tremolititos e metapelitos grafitosos da sequência de supracrustais do Complexo Rio Salitre (Figura 3). As calcissilicáticas tremolitizadas juntamente com os tremolititos representam a hospedeira imediata da mineralização, exibindo cor verde a cinza-esverdeado, granulação fina a média, sendo constituídas essencialmente por anfibólios. Os metapelitos grafitosos variam texturalmente para xistos ricos em grafita e milonitos grafitosos, exibindo cor cinza escuro, granulação fina, com contatos abruptos e quebradiços. São comuns, a presença de zonas quartzosas, de escala centimétrica fortemente brechadas que cortam a foliação milonítica principal.

A zona secundária constitui uma faixa menos expressiva de trend estrutural N 30°E, com cerca de 1000m de largura localizada a leste da zona principal, composta por quartzos tremolititos. Os quartzo-tremolititos exibem cor cinza claro, esverdeado, constituída principalmente por quartzo, que pode se associar à níveis ricos em

anfibólio. Os contatos rúpteis são visíveis e imprimem a rocha um aspecto de brecha (RIBEIRO, 1998).

A caracterização e dimensionamento do depósito sulfetado à pirita e pirrotita foram efetuados pelo projeto de mineralizações sulfetas da CBPM, Souza *et al.* (2011), onde apresentou recurso medido de 6.623.478 toneladas e teor médio de 9,73% de enxofre.

3. PETROGRAFIA

A análise petrográfica revelou que os tremolititos e rochas calcissilicáticas tremolitizadas são constituídos por anfibólio do tipo tremolita-actinolita (80%) e plagioclásios (4%) associados à sericita (muscovita), saussurita (carbonato + clorita + epídoto), opacos (16%), além de traços de diopsídio. Os anfibólios apresentam coloração verde-clara, sendo inequigranular bimodais, de granulometria fina a grossa (0,3mm a 5,0mm), possuindo textura granoblástica decussada visto em cristais com hábito prismático a fibroso, subdioblásticos a xenoblásticos sem orientação preferencial (Figuras 4A e 4B). Também é possível se observar textura nematoblástica associados aos anfibólios, possuindo contatos serrilhados entre grãos de mesma composição, e lobato entre sulfetos. Mineralizações são comuns a este litotipo podendo ser observadas nas figuras 4C e 4D. Os plagioclásios formam massas inequigranulares, com cristais xenoblásticos de contatos arredondados e irregulares. Sua granulometria varia de fina a média (0,1mm a 0,3mm), ocorrendo associado aos produtos da saussuritização formado por carbonato, epídoto e clorita. A saussurita por sua vez, forma uma massa fina e difusa de birrefringência anômala (clinozoisita), devido a processos de

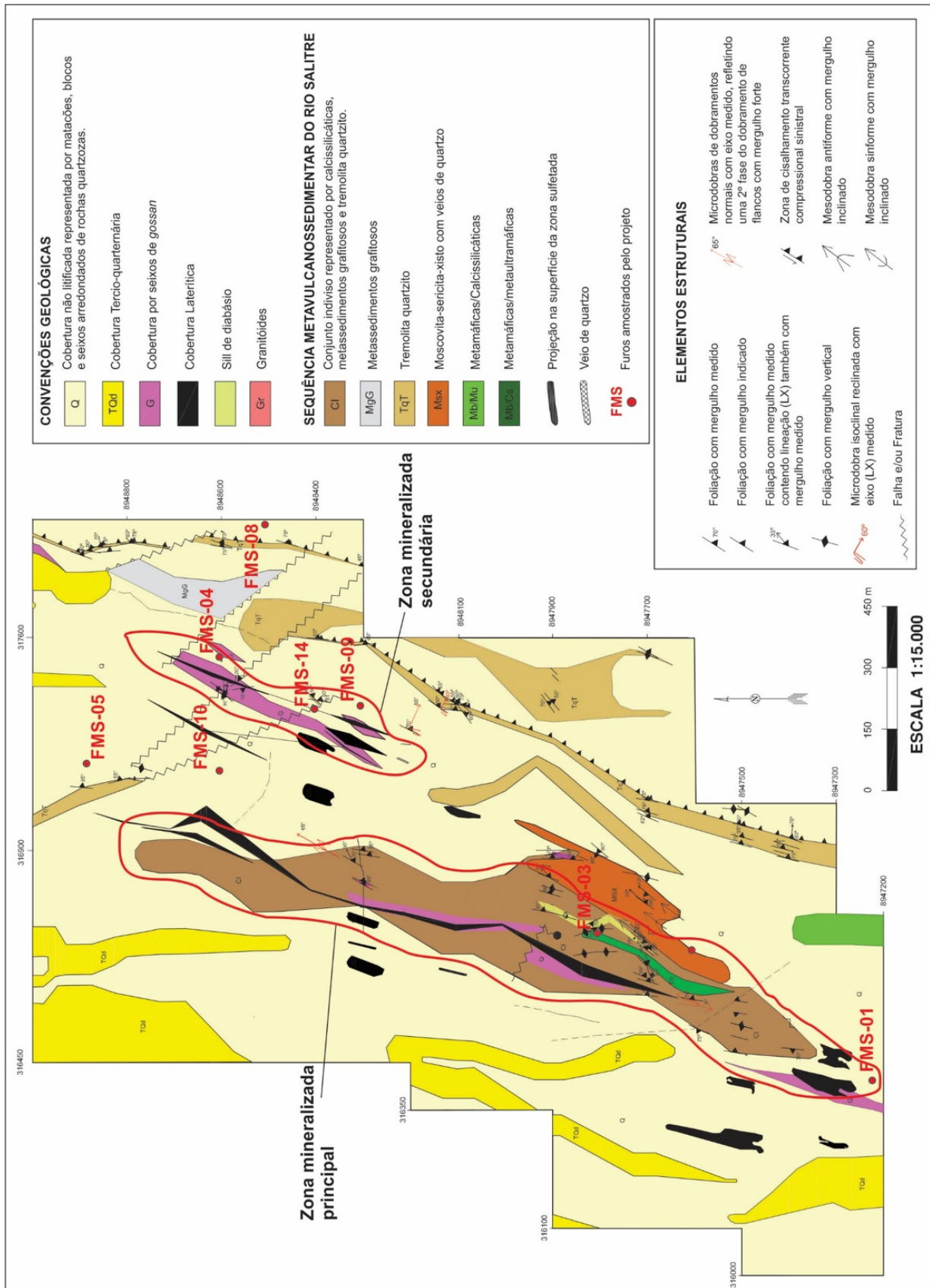


Figura 3: Mapa geológico dos alvos 6, 8 e 9 com enfoque nos furos amostrados pelo projeto (Modificado de SOUZA et al., 2011).

alteração do plagioclásio. Não foi possível obter o teor de anortita desse mineral, devido a este apresentar-se fortemente alterado. A calcita também é observada, com grãos xenoblásticos e clivagem características desse mineral. Nesse contexto, segundo Winter (2009), toda essa mineralogia descrita é comum em rochas próximas a plútons, onde ocorre a entrada contínua de H₂O no sistema, gerando típicas assembleias mineralógicas comuns às rochas calcissilicáticas. Segundo o mesmo autor, essa zona metamórfica das calcissilicáticas seria a zona do diopísidio, constituída por diopsídio + zoisita + Ca-anfibólio + calcita + plagioclásio, além de, possíveis concentrações de biotita e microclina. Nota-se que os diopsídios estão sofrendo transformação para tremolitas via reações de borda, apresentando-se fortemente alterados e diferenciando-se da tremolita por possuir baixa birrefringência e valores de ângulos clivagem próximos a 90° graus. (Figura 4E).

Os quartzo-tremolitos são constituídos por quartzo (80%), tremolita-actinolita (15%), plagioclásio (3%) e mineral carbonático (2%). O quartzo pode ser classificado como inequigranular bimodal, de granulação fina a média (0,1mm a 4,0mm) com contatos irregulares formados por migração nos limites dos grãos e extinção ondulante. Observa-se texturas de deformação e recristalização, por metamorfismo dinâmico. Também ocorre textura granoblástica poligonal, com limites retos se encontrando em ângulos de 120° graus e, decussada, com grãos subdioblásticos a xenoblásticos sem orientação (Figura 4F). O anfibólio dispõe-se claramente de maneira difusa sem apresentar direção preferencial, cristalizados entre os grãos de quartzo associados a um fluido hidrotermal de

rocha fazem contatos irregulares e difusos com o quartzo e puderam ser classificados como oligoclásio (25% de anortita).

Os milonitos grafitosos são rochas com mais de 45% de moscovita, 30% de quartzo e cerca de 25% de minerais opacos - grafita, sulfetos e óxidos. A grafita, inclusa em planos de foliação, compõe uma massa fina e alongada, com granulação entre 0,07 e 0,2 milímetro, associada a micas (Figura 4G e 4H). A moscovita apresenta cor branca em luz planopolarizada, com baixo pleocroísmo variando de incolor a branco, granulometria fina a média (0,5mm – 2,0mm), inequigranular bimodal e faces cristalinas xenoblásticas (Figura 4G). Possui textura lepidoblástica, além de, textura cataclástica. O quartzo aparece com granulometria fina (0,2mm – 1,0mm), xenoblásticos, sendo seus contornos esféricos, irregulares e arredondados.

Os sulfetos em todos os litotipos mineralizados apresentam-se de forma maciça, com claras evidências de origem por ação de fluidos hidrotermais, constituindo uma massa de granulação fina a grossa de pirita (FeS₂), pirrotita (Fe_{1-x}S) calcopirita (CuFeS₂) e magnetita (FeIIIFeIII₂O₄) que truncam a foliação principal sem seguir uma orientação preferencial. (Figura 4I e 4J).

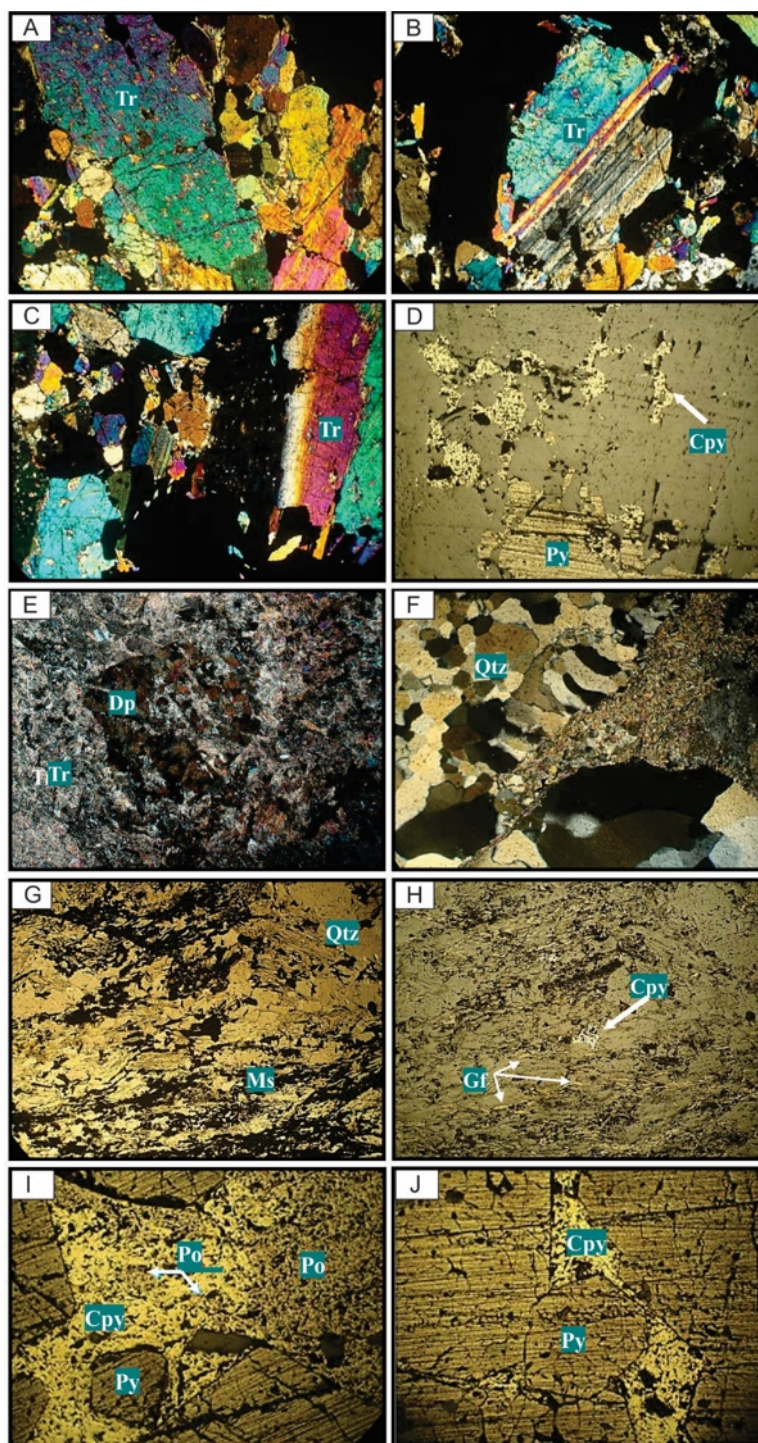


Figura 4: A- Anfibólio do tipo tremolita-actinolita em nicóis cruzados, mostrando-se sericitizado em uma massa inequigranular. B- Geminação polissintética do anfibólio em nicóis cruzados. C- Anfibólio em nicóis cruzados mostrando inclusões de sulfetos. D- Calcopirita e pirita em luz refletida nos intertícios do anfibólio. E- Diopsídio ao se cruzar os nicóis sendo substituído pela tremolita (Uralitização). F- Textura granoblástica poligonal e decussada evidenciada pelo quartzo, entremeadas por anfibólios (Nicóis cruzados). G- Minerais de grafita opacos em luz plana. H- Grafita e calcopirita associada aos minerais micáceos em luz refletida. I- Foto do minério maciço em luz refletida, mostrando uma trama sem orientação entre cristais euédricos metamórficos de pirita. J- Calcopirita preenchendo os intertícios da pirita em forma amebóide. (Py; Pirita; Po: Pirrotita; Cpy: Calcopirita; Tr: Tremolita; Dp: Diopsídio; Qtz: quartzo; Ms: Muscovita; Gr: Grafita).

4. LITOGEOQUÍMICA

Um conjunto de 37 amostras foi coletado nos furos de sondagem na litoteca da CBPM, tendo sido analisados no laboratório da SGS – GEOSOL Ltda para elementos maiores e menores através do ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy), com elementos traços e terras raras sendo analisados por ICP-MS (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry). A metodologia consistiu em comparar as assinaturas litogeoquímicas das rochas mineralizadas da área de trabalho com os basaltos dos principais ambientes geológicos. Entre os litotipos amostrados se encontram tremolíticos, quartzo-tremolíticos, diopsiditos e metapelitos grafitosos.

4.1. Diagrama de Classificação

Em termos de litogeoquímica, Arouca Jr (2014), propõe, de acordo com classificação da International Union of Geological Sciences (IUGS, Rosen *et al.* 2007) uma assinatura calcissilicática para rochas metacarbonáticas da região. De acordo com o diagrama ternário de

Bucher e Frey (1994), as amostras que plotam no campo 2a e 2b são tremolíticos e diopsiditos calcissilicáticos. As demais amostras possuem concentrações em sílica comparáveis a quartzitos (Figura 6).

As análises nos tremolíticos mostram valores de SiO_2 (média 37,57%), Fe_2O_3 (média 17,56%), Al_2O_3 (média 9,75%), MgO (média 6,97%), CaO (média 6,26%) e concentrações de Na_2O muito baixas entre $<0,01$ e $0,19\%$ (Tabela 1). Altas concentrações de Fe_2O_3 ocorrem devido as mineralizações de pirita e pirrotita. A concentração de alumina pode estar indicando uma contribuição pelítica. Os teores de CaO se mostram compatíveis para os tremolíticos (ROSEN *et al.*, 2007).

Os quartzo-tremolíticos apresentam maiores teores de SiO_2 (média 65,64%) em relação ao tremolíticos. Fe_2O_3 (média 5,60%), Al_2O_3 (média 13,35%), MgO (média 2,17%), e CaO (média 0,74%) (Tabela 1). As baixas concentrações de CaO , juntamente com Na_2O , podem estar caracterizando reações de descarboxilação e alterações mais pertinentes ocorridas nessas rochas em relação aos tremolíticos (TORRES *et al.*, 2006).

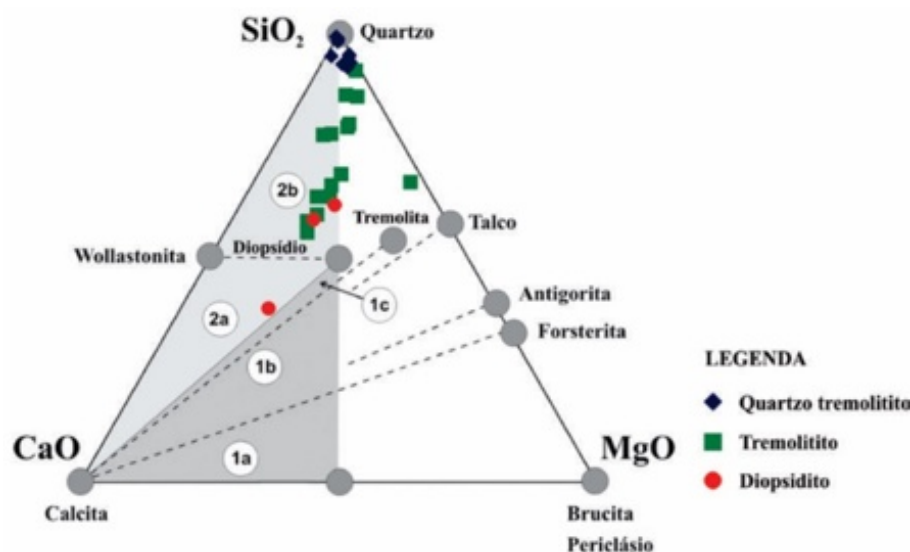


Figura 5 - Diagrama ternário $\text{SiO}_2\text{-CaO-MgO}$ modificado de Bucher & Frey (1994). Campo 1a, 1b e 1c: dolomitos a calcita-dolomitos. Campos 2a e 2b: calcissilicáticas.

Tabela 1: Concentrações dos elementos maiores para os litotipos amostrados em furos de sondagem do Complexo Rio Salitre localizado nos alvos 6, 8 e 9. TR: Tremolítico, GRX: Grafita xisto, MG: Milonito Grafitoso, QT: Quartzo-tremolítico, DP: Diopsidito

Amostra	Litotipo	Furo	Prof. (m)	Al2O3	CaO	Cr2O3	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SiO2	TiO2	PF	Total
RM-02	TR	FMS-5	52,7	14,7	4,55	0,01	17,35	3,7	6,93	0,17	2,04	0,19	43,72	1,35	2,36	97,06
RM-03	TR	FMS-5	59,7	17,53	0,36	0,03	12,82	4,67	4,14	0,07	0,04	0,03	49,78	0,88	5,55	95,89
RM-04	TR	FMS-5	72	15,96	1,7	0,04	12,83	2,31	6,49	0,17	1,15	0,06	51,04	0,82	4,19	96,74
RM-05	TR	FMS-5	76	15,09	3,21	0,04	10,73	1,86	5,14	0,15	2,1	0,04	53	0,77	3,16	95,28
RM-06	TR	FMS-5	99,6	15,92	4,63	0,05	12,63	1,74	7,32	0,19	1,98	0,09	47,61	0,84	3,37	96,37
RM-12	TR	FMS-3	97,1	10,01	14,41	0,02	11,42	1,28	9,24	0,54	0,06	0,1	41,56	0,87	6,85	96,35
RM-13	TR	FMS-3	111	1,74	4,6	<0,01	22,11	0,31	3,92	0,16	0,08	<0,01	14,9	0,17	24,34	72,34
RM-16	TR	FMS-3	117	1,92	6,29	<0,01	23	0,06	3,56	0,2	0,04	<0,01	13,64	0,17	20,81	69,67
RM-17	TR	FMS-3	119,5	1,01	8,62	<0,01	26,19	0,06	5,79	0,3	0,06	<0,01	21,34	0,06	19,17	82,6
RM-18	TR	FMS-3	119,8	12,01	8,86	<0,01	22,9	3,27	7,85	0,29	0,08	0,1	32,67	1,58	8,7	98,32
RM-19	TR	FMS-3	124,8	2,38	10,32	<0,01	27,74	0,06	6,14	0,26	0,06	<0,01	20,53	0,13	15,3	82,92
RM-21	TR	FMS-8	74,1	12,37	7,44	<0,01	15,56	1,28	5,99	0,2	2,44	0,17	47,16	1,85	4,39	98,86
RM-22	TR	FMS-8	90,65	12,03	8,4	<0,01	16,32	0,92	5,1	0,23	1,49	0,16	47,29	2,08	2,11	96,13
RM-32	TR	FMS-9	79	6,76	1,21	<0,01	20,63	3,26	16,66	0,29	0,04	0,09	36,28	0,27	10,96	96,47
RM-33	TR	FMS-9	85,2	6,84	9,37	<0,01	11,26	4,14	10,41	0,34	0,05	0,2	43,11	0,98	9,15	95,86
RM-08	GRX	FMS-1	76,15	18,76	0,18	0,02	8,63	3,74	3,35	0,08	0,13	0,11	57,61	0,68	4,18	97,47
RM-09	GRX	FMS-1	86,7	15,95	0,2	0,01	9,41	2,9	3,59	0,48	0,07	0,06	59,88	0,71	3,77	97,04
RM-10	GRX	FMS-1	92,5	18,75	0,21	0,01	9,16	3,91	2,83	0,05	0,08	0,15	55,49	1,08	4,33	96,05
RM-34	GRX	FMS-9	97,5	12,59	0,15	0,03	6,94	5,05	3,42	0,07	0,06	<0,01	61,44	0,58	7,07	97,42
RM-35	GRX	FMS-9	99,2	6,97	0,19	0,01	3,78	3,17	3,43	0,08	0,03	<0,01	77,42	0,26	2,45	97,81
RM-37	GRX	FMS-9	102,9	12,71	0,08	0,04	8,06	4,94	3,51	0,08	0,05	0,03	57,44	0,58	10,52	98,04
RM-38	GRX	FMS-9	107,6	7,65	0,08	0,02	3,88	3,15	2,25	0,05	0,05	<0,01	73,29	0,33	5,5	96,24
RM-39	GRX	FMS-9	110,2	13,12	0,17	0,03	4,2	5,26	2,79	0,06	0,09	0,01	68,19	0,47	3,17	97,56
RM-40	GRX	FMS-9	112,4	6,65	0,11	0,02	5,51	2,64	2,35	0,06	0,02	<0,01	80,34	0,32	3,76	101,76
RM-41	MG	FMS-9	121,5	12,34	0,21	0,03	20,08	4,5	3,32	0,09	0,04	<0,01	43,62	0,52	12,95	97,39
RM-11	QT	FMS-3	86,5	14,88	0,47	<0,01	1,37	3,76	0,74	0,03	2,25	0,11	75,09	0,05	1,57	100,32
RM-26	QT	FMS-4	118,4	11,83	1,44	0,02	8,93	2,61	3,01	0,11	2,94	0,02	61,1	0,54	3,84	96,41
RM-28	QT	FMS-4	121,9	13,6	0,25	0,03	7,64	4,97	3,89	0,09	0,16	0,05	60,59	0,65	6,19	98,11
RM-29	QT	FMS-4	122,9	11,85	1,07	0,02	13,14	4,27	3,35	0,11	0,08	0,09	54,65	0,58	5,93	95,15
RM-30	QT	FMS-4	126	10,8	0,09	0,03	7,1	3,7	3,29	0,08	0,05	0,03	67,86	0,5	5,06	98,59
RM-42	QT	FMS-9	131,3	10,2	0,23	<0,01	3,74	3,89	3,76	0,09	0,22	0,02	74,63	0,34	2,95	100,07
RM-43	QT	FMS-9	148,8	14,04	2,67	<0,01	1,68	2,91	1,01	0,09	4,32	0,04	70,12	0,06	2,54	99,46
RM-44	QT	FMS-9	160,2	16,82	0,25	<0,01	5,89	8,37	0,34	0,06	3,93	0,03	57,85	0,02	2,27	95,83
RM-45	QT	FMS-9	161,8	16,14	0,25	<0,01	0,96	6,95	0,14	0,02	4,9	0,09	68,95	0,03	0,29	98,72
RM-14	DP	FMS-3	113	2,65	27,25	<0,01	8,52	0,52	10,78	0,85	0,07	0,03	23,82	0,19	11,5	86,18
RM-20	DP	FMS-3	125,6	3,66	19,27	<0,01	14,94	0,21	12,31	0,5	0,11	<0,01	44,79	0,35	3,14	99,32
RM-25	DP	FMS-10	97,7	6,35	15,81	0,02	3,81	1,54	15,3	0,78	0,12	0,02	50,28	0,44	4,99	99,44

Os metapelitos grafíticos são classificados em xistos e milonitos. Observa-se teores de SiO₂ (média 63,47%), Fe₂O₃ (média 7,96%), Al₂O₃ (média 12,54%), MgO (média 3,08%), Tabela 1. De modo geral os teores de Fe₂O₃ indicam disseminações de sulfetos nos xistos grafíticos, enquanto que, na amostra RM-41 os mais elevados teores indicam sulfeto maciço (Tabela 1).

4.2 Diagramas de Ambientes

Foram comparados os tremolíticos da área de trabalho com os típicos basaltos de cadeias meso-oceânicas, arco de ilhas e *back-arc*. Os elementos selecionados foram o Cr e Ni devido às diferenças existentes entre suas concentrações em protólitos orto e paraderivados, além de suas baixas

mobilidades frente aos processos hidrotermais, com o intuito de classificar o protólito.

A comparação dos valores de Cr e Ni dos basaltos de cadeias meso-oceânicas, arco de ilhas e *back-arc* não mostraram relação com os valores apresentados pelas rochas mineralizadas da área de trabalho, plotando em campos totalmente distintos. Entretanto, a relação das amostras RM-05, RM-06 e RM-07 com basaltos de cadeias meso-oceânicas e basaltos de bacia *back-arc* podem estar indicando uma contribuição vulcanogênica (Gráficos A e D da figura 6). Os dados obtidos podem ser vistos na Tabela 2.

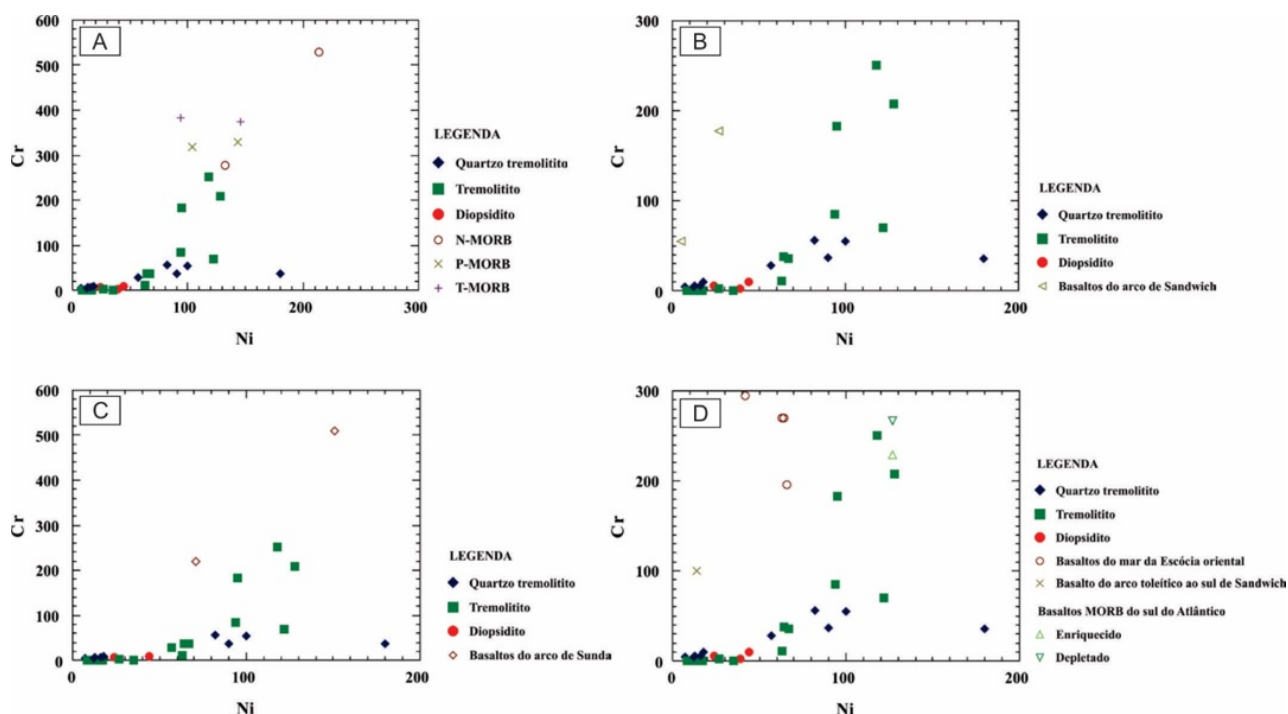


Figura 6: A- Diagrama de comparação entre valores de Cr e Ni nos basaltos da dorsal mesoatlântica, com as amostras do projeto. (Valores de basaltos do tipo N-MORB, P-MORB e T-MORB obtidos de Schilling et al. (1983). B- Comparação com os basaltos de arco-de-ilhas. (Valores obtidos a partir da série de lavas toleíticas ao sul do arco de Sandwich. (LUFF, 1982). C- Comparação com os basaltos de arco-de-ilhas. (Valores dos basaltos calcio-alcálicos de alto K obtidos a partir da série de lavas do arco de Sunda (FODEN, 1983). D- Comparação com os basaltos de bacia back-arc. (Valores dos basaltos do mar da Escócia oriental, um típico basalto toleítico associado ao sul do arco de ilhas de Sandwich, e basaltos MORB enriquecido e depletado ao sul do Atlântico (LUFF, 1982; HUMPHRIS et al. 1985)

4.3 Diagramas Elementos Terras-Raras (ETR)

As amostras foram normalizadas em relação aos valores do condrito (Thompson, 1982). No geral, as amostras do projeto apresentam Σ ETR entre 16,42 a 414,18 ppm, assinatura muito fracionada, com razão (La/Lu)_n variando de 4,42 a 18,62, sendo os menores valores associados às amostras RM-11 (quartzo-tremolítico), RM-21 e RM-22 (tremolíticos) e os maiores valores (RM-10 e RM-41) ao grafita xistos e milonitos grafitosos mineralizados (Tabela 3).

De maneira geral todas as amostras apresentam-se enriquecidas em um fator de até 400 vezes quando comparado com o normalizador (Figura 7).

Existe uma assentuada depleção dos ETRP quando comparado com os ETRL, além de nítida anomalia negativa de Eu em todas as amostras (Figura 8) Ao estabelecer comparações entre os padrões exibidos dos ETR nas rochas mineralizadas, com as principais composições de ETRs das rochas basálticas de ambientes de fundo oceânico, arco de ilhas e bacias de back-arc, normalizados para o Condrito, verifica-se uma total discrepância entre os padrões das amostras da área de trabalho com diversos padrões dos ambientes analisados (Figura 7).

Tabela 2: Concentrações dos elementos traço (Cr / Ni) para os litotipos amostrados em furos de sondagem do Complexo Rio Salitre localizado nos alvos 6, 8 e 9. TR: Tremolítico, QT: Quartzotremolítico, DP: Diopsidito.

Amostra	Litotipo	Furo	Prof. (m)	Cr	Ni
RM-02	TR	FMS-5	52,7	85	94
RM-03	TR	FMS-5	59,7	70	122
RM-04	TR	FMS-5	72	208	128
RM-05	TR	FMS-5	76	183	95
RM-06	TR	FMS-5	99,6	251	118
RM-12	TR	FMS-3	97,1	11	63
RM-13	TR	FMS-3	111	<1	8
RM-16	TR	FMS-3	117	<1	12
RM-17	TR	FMS-3	119,5	<1	17
RM-18	TR	FMS-3	119,8	2	27
RM-19	TR	FMS-3	124,8	<1	16
RM-21	TR	FMS-8	74,1	38	64
RM-22	TR	FMS-8	90,65	28	57
RM-32	TR	FMS-9	79	36	67
RM-33	TR	FMS-9	85,2	<1	35
RM-11	QT	FMS-3	86,5	4	7
RM-26	QT	FMS-4	118,4	55	100
RM-28	QT	FMS-4	121,9	56	82
RM-29	QT	FMS-4	122,9	36	180
RM-30	QT	FMS-4	126	37	90
RM-42	QT	FMS-9	131,3	10	18
RM-43	QT	FMS-9	148,8	4	12
RM-44	QT	FMS-9	160,2	6	16
RM-45	QT	FMS-9	161,8	6	13
RM-14	DP	FMS-3	113	6	24
RM-20	DP	FMS-3	125,6	2	39
RM-25	DP	FMS-10	97,7	10	44

A pequena relação com basaltos do tipo MORB e bacias de back-arc (Gráficos A e E da figura 7) podem estar indicando contribuição vulcanogênica. Os resultados são muito semelhantes aos apresentados pelos diagramas de ambientes (Figura 6).

4.4 Diagramas Genéticos

As rochas envolvidas são tremolíticos, diopsiditos e quartzotremolíticos. Para definição do protólito foram plotados as amostras em diagramas binários e ternários onde se é possível discriminar rochas parametamórficas de ortometamórficas através de sua composição química. Os

resultados analisados pelos gráficos das figuras 8 e 9 propõem uma filiação paraderivada para as hospedeiras imediatas às mineralizações do complexo Rio Salitre.

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

A partir de análises petrográficas e litogeoquímicas, associados com os dados de Ribeiro (1998), foi possível destacar dois conjuntos litológicos distintos, um predominantemente vulcânico e outro sedimentar, sendo que este último é o que hospeda as mineralizações de sulfetos.

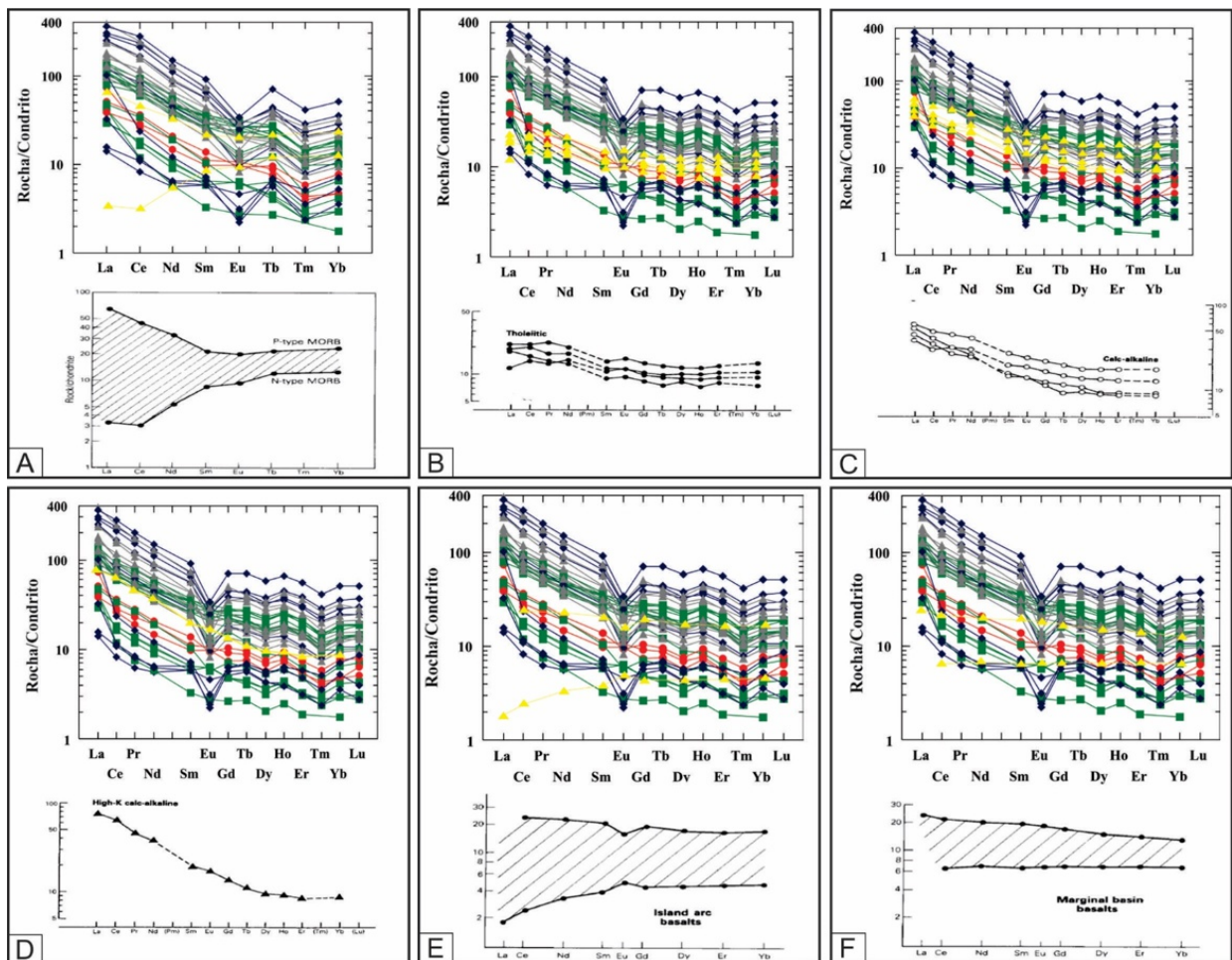


Figura 7: A- Comparação na distribuição dos ETR das amostras do projeto com a dos basaltos de dorsal meso-atlântica (SCHILLING et al. 1983). B- Comparação com os basaltos de arco de ilhas (WILSON, 1989). C- Comparação com os basaltos de arco de ilhas cálcio-alcinos (WILSON, 1989). D- Comparação com os basaltos de arco de ilhas cálcio-alcinos de alto K (WILSON, 1989). E- Comparação com os basaltos de arco de ilhas associados à bacia de back-arc ao sul de Sandwich (HUMPHRIS et al. 1985). F- Comparação com os basaltos de bacias marginais (HUMPHRIS et al. 1985). A linha amarela delimita o campo transposto dos ETR em comparação, com as amostras do projeto.

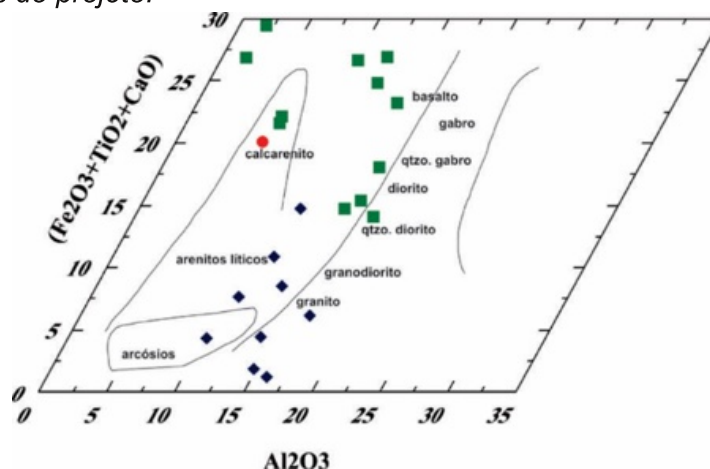


Figura 8: Diagrama de La Roche (1972 apud FUJIMORI, 1990, p. 100) envolvendo Al_2O_3 e $(Fe_2O_3+CaO+TiO)$. É um diagrama triangular, mas os elementos envolvidos são utilizados sem transformação para 100, e em porcentagem em peso, por isso o aspecto romboidal.

Tabela 3: Concentrações dos elementos terras raras para os litotipos amostrados em furos de sondagem do Complexo Rio Salitre localizado nos alvos 6, 8 e 9. TR: Tremolito, GRX: Grafita xisto, MG: Milonito Grafitoso, QT: Quartzo-tremolito, DP: Diopsidito.

Amostra	Litotipo	Furo	Prof. (m)	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
RM-02	TR	FMS-5	52.7	23.9	44.7	5.39	21.9	5.3	1.52	5.71	0.97	5.44	1.39	3.29	0.35	3.1	0.48
RM-03	TR	FMS-5	59.7	26.2	42.3	5.08	19.4	3.8	0.63	3.25	0.45	2.27	0.48	1.03	0.12	1.1	0.18
RM-04	TR	FMS-5	72	32.2	45.5	5.29	21.5	4.5	1.32	5.02	0.89	5.27	1.42	3.5	0.38	3.1	0.47
RM-05	TR	FMS-5	76	29.3	41.9	4.81	18.9	4	1.39	4.33	0.76	4.32	1.05	2.62	0.28	2.4	0.36
RM-06	TR	FMS-5	99.6	25.4	38.5	4.58	17.7	4	1.17	4.49	0.76	4.66	1.23	2.75	0.3	2.3	0.36
RM-12	TR	FMS-3	97.1	32.8	55.8	6.28	23.5	4.6	1.51	4.69	0.73	4.14	1.06	2.55	0.28	2.4	0.37
RM-13	TR	FMS-3	111	9.8	10.1	1.12	4.2	0.9	0.37	0.98	0.16	0.92	0.25	0.51	0.06	0.5	0.08
RM-16	TR	FMS-3	117	6.9	11.1	1.28	4.8	1	0.36	0.98	0.17	0.93	0.24	0.54	0.07	0.5	0.08
RM-17	TR	FMS-3	119.5	9.7	7.2	0.71	2.7	0.5	0.16	0.54	0.1	0.52	0.14	0.31	<0.05	0.3	<0.05
RM-18	TR	FMS-3	119.8	30.7	57.1	7.21	27.8	5.7	1.57	5.06	0.81	4.21	1.06	2.37	0.26	2.3	0.35
RM-19	TR	FMS-3	124.8	7	11.1	1.31	5	1	0.36	0.98	0.15	0.8	0.23	0.54	0.06	0.5	0.07
RM-21	TR	FMS-8	74.1	18.6	39.8	5.2	21.5	5.2	1.55	5.54	0.99	5.43	1.45	3.19	0.37	2.8	0.47
RM-22	TR	FMS-8	90.65	20.8	44.6	5.61	23	5.4	1.8	5.85	1.02	5.8	1.47	3.47	0.37	3.2	0.48
RM-32	TR	FMS-9	79	11.3	20.9	2.52	8.8	1.6	0.33	1.44	0.24	1.36	0.34	0.79	0.08	0.7	0.11
RM-33	TR	FMS-9	85.2	25.3	36.3	4.44	17	3.9	0.76	4.37	0.7	4.02	0.97	2.34	0.25	1.7	0.26
RM-08	GRX	FMS-1	76.15	42.6	63.7	7.51	28.1	5.3	1.18	4.51	0.67	3.77	1	2.33	0.26	2.3	0.35
RM-09	GRX	FMS-1	86.7	40.9	62.6	7.41	26.8	4.7	1.14	3.68	0.57	3	0.75	1.69	0.19	1.6	0.25
RM-10	GRX	FMS-1	92.5	59.1	94.9	10.35	37.9	6.7	1.62	5.21	0.81	4.14	1.02	2.33	0.24	2	0.34
RM-34	GRX	FMS-9	97.5	24.1	43.3	5	18.3	3.9	0.65	3.84	0.71	4.27	1.07	2.56	0.32	2.6	0.4
RM-35	GRX	FMS-9	99.2	22.6	39	4.49	16.1	3.1	0.48	2.76	0.45	2.55	0.66	1.62	0.19	1.6	0.25
RM-37	GRX	FMS-9	102.9	29.6	47.6	5.25	18.7	3.7	0.72	3.45	0.62	3.57	0.89	2.28	0.26	2.2	0.33
RM-38	GRX	FMS-9	107.6	55.5	100.5	11.44	42.3	8.6	1.1	7.2	1.27	6.78	1.7	4.12	0.5	4	0.63
RM-39	GRX	FMS-9	110.2	30.8	57.4	6.7	24.2	4.8	1.22	4.43	0.71	3.68	0.98	2.38	0.28	2.2	0.36
RM-40	GRX	FMS-9	112.4	37.5	72.6	8.41	30.8	6.6	0.83	7.29	1.38	8.6	2.42	6.01	0.67	5.4	0.73
RM-41	MG	FMS-9	121.5	90.8	148.8	16.37	60.4	11.2	1.7	10.2	1.51	7.39	1.81	4.05	0.42	3.5	0.54
RM-11	QT	FMS-3	86.5	3.3	5	0.59	2.6	0.9	0.27	1.06	0.21	1.08	0.24	0.52	0.07	0.5	0.08
RM-26	QT	FMS-4	118.4	59.5	101.1	11.39	41	8.4	1.43	7.99	1.39	8.07	2.15	5.07	0.59	4.9	0.75
RM-28	QT	FMS-4	121.9	67.4	128.8	14.47	51.2	9.9	1.63	9.28	1.64	9.59	2.56	6.36	0.72	6	0.94
RM-29	QT	FMS-4	122.9	71.1	143.3	16.39	60	10.9	1.67	9.45	1.57	8.43	2	4.87	0.53	4.2	0.63
RM-30	QT	FMS-4	126	27.9	51.4	5.89	21.1	4.3	0.55	3.72	0.6	3.4	0.8	1.8	0.2	1.8	0.27
RM-42	QT	FMS-9	131.3	84.7	169.5	18.9	69.3	14	1.97	14.55	2.63	14.8	3.74	9.17	1.04	8.6	1.28
RM-43	QT	FMS-9	148.8	24.2	14.5	1.55	5.6	1.1	0.18	1.28	0.25	1.34	0.36	0.97	0.13	1.2	0.22
RM-44	QT	FMS-9	160.2	3.7	6.6	0.77	3	1	0.13	1.17	0.22	1.09	0.22	0.52	0.06	0.6	0.07
RM-45	QT	FMS-9	161.8	7.7	7.1	0.79	2.9	0.9	0.14	1.31	0.26	1.46	0.33	0.79	0.09	0.9	0.1
RM-14	DP	FMS-3	113	17.5	16.1	1.81	6.8	1.5	0.56	1.52	0.28	1.45	0.41	0.88	0.11	0.8	0.16
RM-20	DP	FMS-3	125.6	9.2	17.6	2.18	8.8	1.7	0.62	1.9	0.33	1.74	0.44	0.93	0.1	0.8	0.13
RM-25	DP	FMS-10	97.7	12.1	21.9	2.63	9.6	2.1	0.54	2.13	0.36	1.93	0.53	1.23	0.15	1.3	0.2

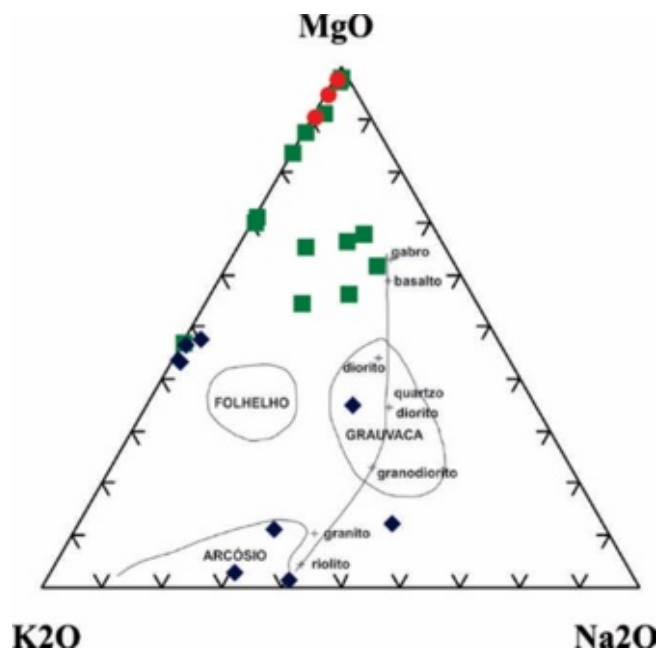


Figura 9: Diagrama de La Roche (1965 apud FUJIMORI, 1990, p. 120) envolvendo MgO, K2O e Na2O, para discriminar algumas rochas ígneas e sedimentares.

Apesar de descrita em trabalhos anteriores uma zona de sulfetação primária, concordante com a foliação (minério fitado), as análises petrográficas permitiram caracterizar apenas o minério maciço, de granulação grossa, caracterizado por uma massa de pirita (FeS_2), pirrotita (Fe_{1-x}S), calcopirita (CuFeS_2) e magnetita ($\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}\text{O}_4$) que trunca, por vezes engloba, a foliação principal sugerindo uma remobilização epigenética para as mineralizações.

Sugere-se para os tremolititos uma derivação calcarenítica, devido às suas altas quantidades de Al_2O_3 , visto nos elementos maiores. Esse calcarenito possivelmente continha quantidades relativamente altas de argilas em sua composição o que pode ter sido fundamental na formação dos plagioclásios metamórficos. Processos que posteriormente teriam metamorfozando essas rochas formando diopsiditos e rochas calcissilicáticas, foram transformadas por metassomatismo e processos de descarbonatização em tremolititos e rochas calcissilicáticas tremolitizadas. Provavelmente a transformação do diopsídio em tremolita segue o processo de uralização.

Os dados litogeoquímicos sugerem que as mineralizações estão associadas às rochas paraderivadas como calcissilicáticas, tremolititos e metapelitos grafitosos. Sendo assim, o tratamento e a interpretação destes dados, comparativamente com modelos relacionados na literatura específica, apontam preliminarmente, uma tipologia comparável ao tipo sedimentar exalativo (SEDEX) em um ambiente geológico/metalogenético propicio.

Ribeiro (1998), através de análises isotópicas em 17 amostras retiradas de níveis maciços de pirita/pirrotita, mostra que a fonte do enxofre dos sulfetos da

faixa do Rio Salitre é de origem magmática, visto valores S^{34} ‰ variando entre - 1,7 e + 3,5. Diante desses dados o autor supracitado propôs o modelo genético do tipo VMS para as mineralizações aqui estudadas. Entretanto, enquadrar as mineralizações da faixa do Rio Salitre no modelo genético do tipo VMS, em escala de depósito, não responde a priori, o porquê de as mineralizações estarem encaixadas estritamente em rochas de origem sedimentar.

De acordo com Robb (2005), Goodfellow (2004), Goodfellow e Lydon *et al.* (2007) Pirajno (2000) e Lydon *et al.* (2000), há uma continuidade nas características entre SEDEX e VMS. Seguindo Robb (2005), a bacia de Guaymas no golfo da Califórnia é também conhecido por conter sedimentos terrígenos hospedados em modelos VMS de mineralização, também conhecido como minério do tipo Besshi. Esses modelos intermediários de mineralizações também fornecem suporte para a visualização de que VMS e SEDEX podem ser ligados em termos de ambiência tectônica e sistemas hidrotermais. O Rift do Mar Vermelho é uma bacia oceânica que contém atividade geotermal e deposição de metais base em lamas argilosas acumuladas em depressões no fundo oceânico (BISCHOFF, 1969). Segundo Pirajno (1992), embora o ambiente geológico e tectônico do Mar Vermelho seja análogo a um cenário inicial de dorsais meso-oceânicas, propicio a formação de mineralizações VMS, a ausência de fumarolas negras e presença de sedimentos clásticos e carbonáticos hospedeiros das mineralizações, parece ser características mais de minérios do tipo SEDEX.

O conceito de continuidade entre SEDEX e VMS gerou uma subclasse chamada de *volcanic-sediment-hosted massive sulfide* VSHMS, que seria então um híbrido entre esses dois conceitos. Alguns exemplos foram bem documentadas no Canadá, como em Finlayson Lake District, Yukon e Bathurst Mining Camp, norte de New Brunswick (GOODFELLOW E LYDON, 2007). Porém, ao se estudar melhor esses depósitos, percebe-se que as mineralizações estão intercaladas e contidas tanto na parte vulcânica quanto na sedimentar.

Já no Complexo do Rio Salitre, o que ocorre é um contato bem definido dividindo duas unidades distintas, onde somente a parte superior sedimentar é mineralizada. A partir dos dados analisados é possível inferir conclusões de uma maior predisposição da região em relacionar aos depósitos do tipo SEDEX, na medida em que esse complexo apresenta características sedimentares exalativas. Sugere-se, que as mineralizações estão posicionadas distais da fonte e que o produto metalogenético da região é oriundo de uma combinação complexa de eventos e processos contínuos que resultaram num ambiente transicional entre VMS e SEDEX.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELIM, L.A.A. & KOSIN, M. 2001 (Org.) Folha Aracaju – NW. Nota Explicativa. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil, CD-Rom.
- ANGELIM, L.A.A. & SILVA FILHO, M. A. 1993. Compartimentação Geotectônica do Cráton do São Francisco na Região de Sobradinho – Bahia. In: Simpósio do Cráton do São Francisco, 2, Salvador, Anais, SBG/SGM. P. 221-223.
- AROUCA JÚNIOR, R. M. (2014), Caracterização Petrográfica e Litogeoquímica das Mineralizações de Sulfetos e Rochas Encaixantes do Complexo Rio Salitre, Juazeiro - Bahia. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Trabalho Final de Graduação, Salvador, 109p.
- BARBOSA, J. S. F.; DOMINGUEZ, J. M. L. 1996. Mapa Geológico do Estado da Bahia, Texto Explicativo. SGM – UFBA, Salvador, 188 p.
- BISCHOFF, J.L. 1969. Red Sea geothermal brine deposits: their mineralogy, geochemistry and genesis. In E.T. Degens and D.A. Ross, Hot Brines and Recent Heavy Metal Deposits in the Red Sea. SpringerVerlag, 368–40p.
- BRITO NEVES, B.B., SANTOS, E.J., VAN SCHMUS, W.R. 2000. Tectonic history of the Borborema province. In: Tectonic Evolution of South América. Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A.(Editors). 31st International Geological Congress, 151 – 182 p.
- BRITO NEVES, B.B., VAN SCHMUS, W.R., KOZUCH, M., SANTOS, E.J., PETRONILHO, L. 2005. A zona tectônica Teixeira Terra Nova-ZTTTN-fundamentos da geologia regional e isotópica. Geologia USP, Série

- Científica, São Paulo, 5, 57–80.
- BUCHER K. AND FREY M. 1994. Petrogenesis of metamorphic rocks. Springer, Berlin, 318 pp.
- CAXITO F.A. & UHLEIN A. 2013. Arcabouço Tectônico e Estratigráfico da Faixa Riacho do Pontal, Divisa Pernambuco-Piauí-Bahia. *Geonomos*, 21(2), 19-37.
- DALTON DE SOUZA, J. et al. 1979. Geologia da Região do Médio São Francisco. Projeto Colomi: Relatório final. Salvador: CPRM.
- DANTAS, E.L., BRITO-NEVES, B.B., FUCK, R.A. 2010. Looking for the oldest rocks of South America: Paleoproterozoic orthogneiss of the Sobradinho Block, northernmost foreland of the São Francisco Craton, Pernambuco, Brazil. VII SSAGI - South American Symposium on Isotope Geology, Brasília, p. 137-140.
- FIGUEIRÔA, I. & SILVA FILHO, M.A. 1990. Programa Levantamento Geológico Básico do Brasil. Carta geológica, carta metalogenética, Escala 1:100.000 Folha SC.24-V-C-III, Petrolina, Estados de Pernambuco e Bahia. DNPM/CPRM, 108 p.
- FIGUEIRÔA, I. & SILVA FILHO, M.A. 1993. Características Petrogenéticas de Uma Crosta Com 3,3 Ga na Parte Norte do Cráton do São Francisco. In: Simpósio do Cráton do São Francisco. Salvador, Anais, SBG/SGM. P.78-81.
- FODEN, J. D. 1983. The Petrology of the calkalka-Line Lavas of Rindjani Volcano, East Sunda Arc: A Model For Island Arc Petrogenesis. *J. Petrol.* 24, 98-130.
- FUJIMORI, S. 1990. Composição química de rochas e suas aplicações. Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 301p.
- GOODFELLOW, W. D; LOYDON, J. 2007. Mineral Deposits of Canada. In: Mineral Resources of Canada: A Synthesis of Major Deposit-types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods. Canadá: GSC e MDD.
- GOODFELLOW, W. D. 2004. Geology, genesis and exploration of SEDEX deposits, with emphasis on the Selwyn Basin, Canada, in DEB, M; GOODFELLOW, W.D. Sediment-hosted Lead-Zinc Sulphide Deposits: Attributes and Models of Some Major Deposits of India, Australia and Canada. Delhi, India: Narosa Publishing House, p. 24-99.
- HAWKES, H.E and WEBB, J.S. 1962. Geochemistry in mineral exploration. New York: Harper & Row, 415p.
- HUMPHRIS, S. E., G. THOMPSON, J. G. SCHILLING E R. A. KINGSLEY. 1985. Petrological and Geochemical the Mid-Atlantic Ridge Between 46°S and 32°S: Influence of the Tristan da Cunha Mantle Plume. *Geochim. Cosmo.*
- LUFF, I. W. 1982. Petrogenesis of the Island Arc Tholeiite Series of the South Sandwich Islands Unpubl. PhD Thesis, Univ. Leend. Uk.
- LYDON, J.W.; PAAKKI, J.J.; ANDERSON, H.E.; AND REARDON, N.C. 2000. An overview of the geology and geochemistry of the Sullivan Deposit, in Lydon, J.W.; Höy, T.; Slack, J.F.; and Knapp, M.E. The geological environment of the Sullivan Deposit, British Columbia: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication 1, p. 505-522.
- PLA CID, J., BITENCOURT, M.F., NARDI, L.V.S., CONCEIÇÃO, H., BONIN, B., LAFON, J.M. 2000. Paleoproterozoic late-orogenic and anorogenic alkaline granitic magmatism from northeast Brazil. *Precambrian Research* 104 (1-2):47-75.

- PIRAJANO, F. 2000. Ore Deposits and Mantle Plumes. Springer Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- PIRAJANO, F. 1992. Hydrothermal Mineral Deposits. Springer Verlag, 709p.
- RIBEIRO, A. F. 1998. O terreno granito-greenstone do Rio Salitre (Bahia) e a mineralização de sulfeto maciço associada: petrologia, litogeoquímica e potencialidade metalogenética. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado, Salvador, 148 p.
- ROBB, L. J. 2005. Introduction to Ore-Forming Processes. USA: Blackwell Publishing.
- ROSEN, O M, DESMONS, J.; FETTES, D. 2007. A systematic nomenclature for metamorphic rocks: Metacarbonate and related rocks. A proposal on behalf of the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks. Web version.
- SÁ, J. H. da S. 1991. Características geoquímicas dos depósitos de sulfetos e rochas associadas no Complexo Rio Salitre, Bahia. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 14, 1982. Recife, Anais, SBG-NE. (Boletim 12).
- SANTOS, C.A.& SILVA FILHO, M.A. 1990. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Riacho do Caboclo. Folha SC.24-V-A-VI, Estados de Pernambuco e Bahia. Secretaria Nacional de Minas e Metalurgia, Texto e Mapas, 113 p.
- SCHILLING, J. G., M. ZAJAC, R. EVANS, T. JOHNSTON, W. WHITE, J. D. DEVINE E. R. KINGSLEY. 1983. Petrologic e Geochemical Variations Along the Mid-Atlantic Ridge From 27°N to 73°N.
- SOUZA, de J. D.; TEIXEIRA, L. R. 1981. Geologia e prospecção geoquímica preliminar do complexo Rio Salitre. Prospecto Rio Salitre: Relatório final. Salvador: CPRM.
- SOUZA, de S. L.; NUNES, M.; GARRIDO, I. A. de A.; MORAES, A. M.; RIBEIRO, A. de F.; BRITO, R. S. C.de; SILVA, M. da G. 2011. Projeto Mineralizações Sulfetadas do Complexo Rio Salitre. Relatório Conjunto Final Positivo de Pesquisa. Salvador: CBPM.
- THOMPSON, R. N. 1982. British Tertiary volcanic province. Scott. J. Geol.Vol.18, p. 49-107.
- TORRES, P.F.M, et al. 2006. Aspectos Geológicos, petrográficos e geoquímicos dos mármores dolomíticos com nódulos de quartzo da sequência metavulcano-sedimentar de Acarape-CE. Revista Brasileira de Geociências, v.36, n.4, p. 748-760.
- WILSON, M. 1989. Igneous petrogenesis: a global tectonic approach. London: Unwin Hyman.
- WINTER, J.D. 2009. Principles of igneous and metamorphic petrology. 2. Ed.