



Mineralizações manganésíferas supergênicas enriquecidas em tálio na Mina Perdizes, São Desidério, oeste do Estado da Bahia: tipologia, mineralogia e associação metálica do minério

Demilton Brito BONFIM¹; Clayton Ricardo JANONI²; Oldair Donizeti LEITE³;
Jorge Luís Oliveira SANTOS⁴; Luís Gomes CARVALHO²

Resumo: O estado da Bahia possui importantes distritos manganésíferos, especificamente na região oeste, gerado em condições sedimentares e supergênicas, que requerem investigações apuradas sobre sua metalogênese, frente às recentes descobertas de metais raros (tálio, cobalto e escândio) a ele associados. Sendo assim, o foco deste estudo é a investigação metalogenética na maior área minerada em manganês no oeste da Bahia, nos anos 80 e 90, que foi a Mina Perdizes. Para alcançar os objetivos desta pesquisa, foi realizada visita de campo com amostragem, estudos de Difractometria de Raios-X (DRX) e análises geoquímicas para se determinar os teores de manganês, ferro e tálio. A compartimentação geológica da região se expressa por litologias de origem sedimentar marinha, de idade neoproterozoica (Grupo Bambuí), que são recobertas pela sedimentação continental eólica de idade cretácea (Grupo Urucuia), e por fim, sotopostas a todo este pacote, ocorrem coberturas cenozoicas inconsolidados, detrito-lateríticas. O quadro geológico da Mina Perdizes, é constituído por litofácies regidas através de processos e ação pedogenética, atuante nesta porção da Bacia Sanfranciscana. Sendo elas, da base para o topo: fácies saprólito, fácies horizonte aluminoso oxidado, fácies horizonte ferruginoso, e fácies latossolo vermelho-amarelado. Estudos de Difractometria de Raios-X (DRX), demonstram que concreções de manganês, densas de coloração cinza-azuladas e concreções lateritizadas (pisólitos), foram as únicas tipologias que apresentaram minerais de manganês no quadro geológico da mina. As análises geoquímicas indicaram que o processo supergênico, formador das mineralizações manganésíferas, foram mais intensos nos chapadões do Urucuia, do que em relação às áreas intervalas, no oeste da Bahia.

Palavras-chave: Metalogênese, Mineralizações Manganésíferas Supergênicas, Tálio, Mina Perdizes, Oeste da Bahia.

Abstract: *The state of Bahia has important manganese districts, specifically in the western region, generated in sedimentary and supergenics conditions, requiring depth*

¹ Universidade Federal do Oeste da Bahia

² Núcleo de Geociências-CCET/UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná. - Campus Medianeira

⁴ CM/Bom Jesus da Lapa /UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia

Autor para correspondência: Demilton Brito Bonfim

Universidade Federal do Oeste da Bahia - Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias – Núcleo de Geociências. Rua Professor José Seabra de Lemos, 316 – Recanto dos Pássaros, CEP 47.808-021. Barreiras-BA. E-mail: demiltoncte@hotmail.com

Recebido durante o XXVI SGNE 2015 / Aceito em 29 de Outubro de 2016.

investigation on its metallogenesis, in the face of recent discoveries of rare metals (thallium, cobalt and scandium) associated with it. Therefore, the focus of this study is the metallogenic research in larger area mined manganese in western Bahia, in the 80s and 90s, that was the Perdizes Mine. To achieve the objectives of this research, field visit was carried out sampling, Diffraction Studies X-ray (XRD) and chemical analyzes to determine the content of manganese, iron and thallium. The geological subdivision of the region is expressed by lithologies of marine sedimentary origin, of neoproterozoic age (Bambuú Group), which are covered by wind continental sedimentation cretaceous age (Urucuia Group), and finally, superimposed on this whole package, occur unconsolidated cenozoic covers, detrital-lateritic. The geological setting of Perdizes Mine, consists of lithofacies governed by processes and pedogenetic action, active in this portion of Sanfranciscana Basin. Being them, from bottom to top: saprolite facies, oxidized horizon facies, ferruginous horizon facies, and oxisol facies. Diffraction X-ray (XRD) studies, show that manganese concretions, dense blue-gray color and concretions of laterite, were the only types that feature manganese minerals in the mine geologic framework. Chemical analysis indicated that the supergene process, trainer of manganésíferous mineralizations, They were more intense in the highlands of Urucuia, than in relation to intervalleys areas in western Bahia.

Keywords: Metallogenesis, Manganésíferous Supergenics Mineralizations, Thallium, Perdizes Mine, Western Bahia.

1. INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia possui importantes distritos manganésíferos (Figura 1), dentre eles, o Distrito Manganésífero do Oeste da Bahia (DMOB). Este foi gerado em condições sedimentares e supergênicas, atribuindo uma exclusividade metalogenética, e constituindo um dos mais importantes do território baiano (BARBOSA, 1982). Os depósitos de manganês desta área requerem investigações mais apuradas sobre sua metalogênese, frente às recentes descobertas de metais raros (tálio, cobalto e escândio) a eles associados.

Dentre as variadas formas, que tais mineralizações foram geradas, tem destaque aquelas desenvolvidas em ambiente marinho e/ou enriquecidas posteriormente por ação supergênica ou residual. Estes depósitos possuem os metais em quase sua totalidade nas fases óxidos e hidróxidos, sendo importantes fontes comerciais para a siderurgia, a

agroindústria e os segmentos de transformação de metais raros, como radio-fármacos, materiais termoelétricos e supercondutores (APS, 2012).

Na década de 80, mais de 50 ocorrências de minério de manganês foram identificadas no oeste da Bahia (BARBOSA, 1982), mas somente as ocorrências na região de Barreiras, especificamente na localidade do Vau da Boa Esperança, foram investigadas quanto ao quadro geológico das rochas encaixante e estudos geoquímicos de detalhe. Estes estudos revelaram a presença de metais raros (tálio, cobalto e escândio) associados às ocorrências manganésíferas, que as tornam ainda mais atrativas e inéditas no território brasileiro (SOUZA, 2013).

O contexto geomorfológico, conjugado a fatores relacionados à geodinâmica cenozoica, transformaram as porções mais elevadas do relevo no oeste da Bahia, em extensos chapadões,

que se estendem até os limites com os estados de Goiás e Tocantins. Os mesmos foram esculpido sobre rochas sedimentares areníticas do Grupo Urucua, associados à intensa ação pedogênica e residual. Tal característica, impossibilita a ocorrência de exposições de afloramentos rochosos, assim a Mina

Perdizes, é ideal para o desenvolvimento da proposta desta pesquisa, ao passo que avaliar esta cavidade minerada possibilitou a observação dos materiais geológicos, e assim abordar os processos geradores das mineralizações manganíferas nesta localidade.

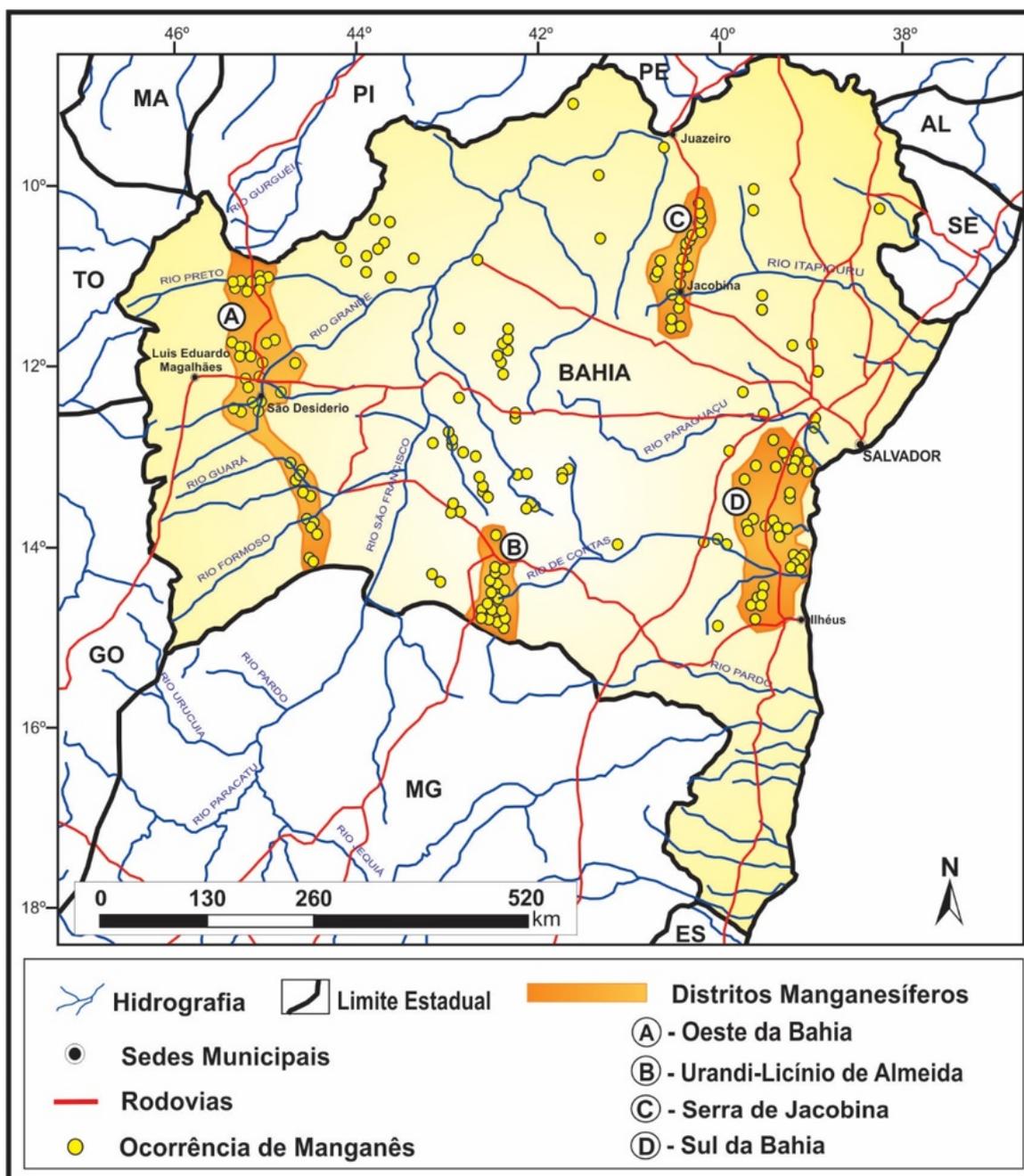


Figura 1. Mapa de localização dos distritos manganíferos do estado da Bahia (Modificado de Barbosa, 1982).

Roy (1988) justifica que depósitos de manganês se formaram ao longo de quase toda a história geológica da Terra, iniciando discretamente, no final do Arqueano, em ambientes combinando oceanos estratificados, sistema fotossintético, disponibilidade de manganês e decréscimo de sequestradores de oxigênio (ferro e enxofre). O Proterozoico foi marcado pela formação de grandes bacias sedimentares dominadas por mares epicontinentais rasos e ambientes oxigenados, promovendo a formação de expressivos depósitos de manganês, mundialmente reconhecidos. Contudo, a supremacia temporal na formação de depósitos manganésíferos se deu no Fanerozoico, pois grandes variedades de depósitos, foram produzidos por vulcanismo e atividade hidrotermal nos limites de placas, mas foi no Cenozoico, que se deu a formação dos depósitos mais expressivos de manganês do planeta.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

I) levantamento de informações disponíveis na literatura relacionada ao contexto geológico do Oeste da Bahia, e especificamente da Mina Perdizes, além de estudos metalogenéticos das mineralizações manganésíferas;

II) Realização de campo com amostragem representativa obedecendo as unidades presente, tais como: rocha encaixante, protominério e minério manganésífero, entre outros também considerados importantes;

III) Descrição das amostras coletadas a vista desarmada, no intuito de conhecer previamente as unidades e tipologias presentes na área, bem como selecionar tipologias distintas que representa a

totalidade do quadro geológico da Mina Perdizes e suas adjacências. Esse procedimento permitiu a seleção de cinco amostras distintas (P1M1, P2M1, P2M2, P2M4 e P4M1);

IV) As cinco amostras selecionadas foram submetidas a estudos de Difractometria de Raios-X (DRX) e análises geoquímicas para se determinar os teores de manganês e de ferro por Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização em Chamas e tálio por Voltametria de Redissolução Anódica com Pulso Diferencial.

A avaliação do quadro geológico da Mina Perdizes ocorreu por meio de visita de campo à área minerada, desativada há duas décadas. Nesta, foi possível descrever as litofácies que arquitetam este ambiente minerado, além de um amplo reconhecimento de áreas adjacentes, que reforçam o entendimento dos possíveis processos e ação pedogênica, atuante nesta porção da Bacia Sanfranciscana.

Durante a visita de campo também foram coletadas, em quatro pontos (Figura 3), quatorze amostras, sendo elas: fragmentos de sílica polimorfa (P1M1), protominério (P1M4) e minério manganésífero (P1M2 e P1M3), amostradas no ponto 1, localizado nas antigas pilhas de minério misturadas a rejeitos de minério; minério manganésífero (P2M1 e P2M3), protominério (P2M2), concreção lateritizada (P2M4), amostradas no ponto 2, localizado dentro da cava principal da mina; latossolo (P3M1) e concreção lateritizada (P3M2), amostrada no ponto 3, localizado na parte superior da mina, até de 1.000 metros a leste; e por fim, Lateritas vermelho-amareladas decimétricas (P4M1, P4M2, P4M3 e P4M4), amostradas no ponto 4, localizado a pouco mais de 1.000 metros a nordeste da cava principal da Mina Perdizes.

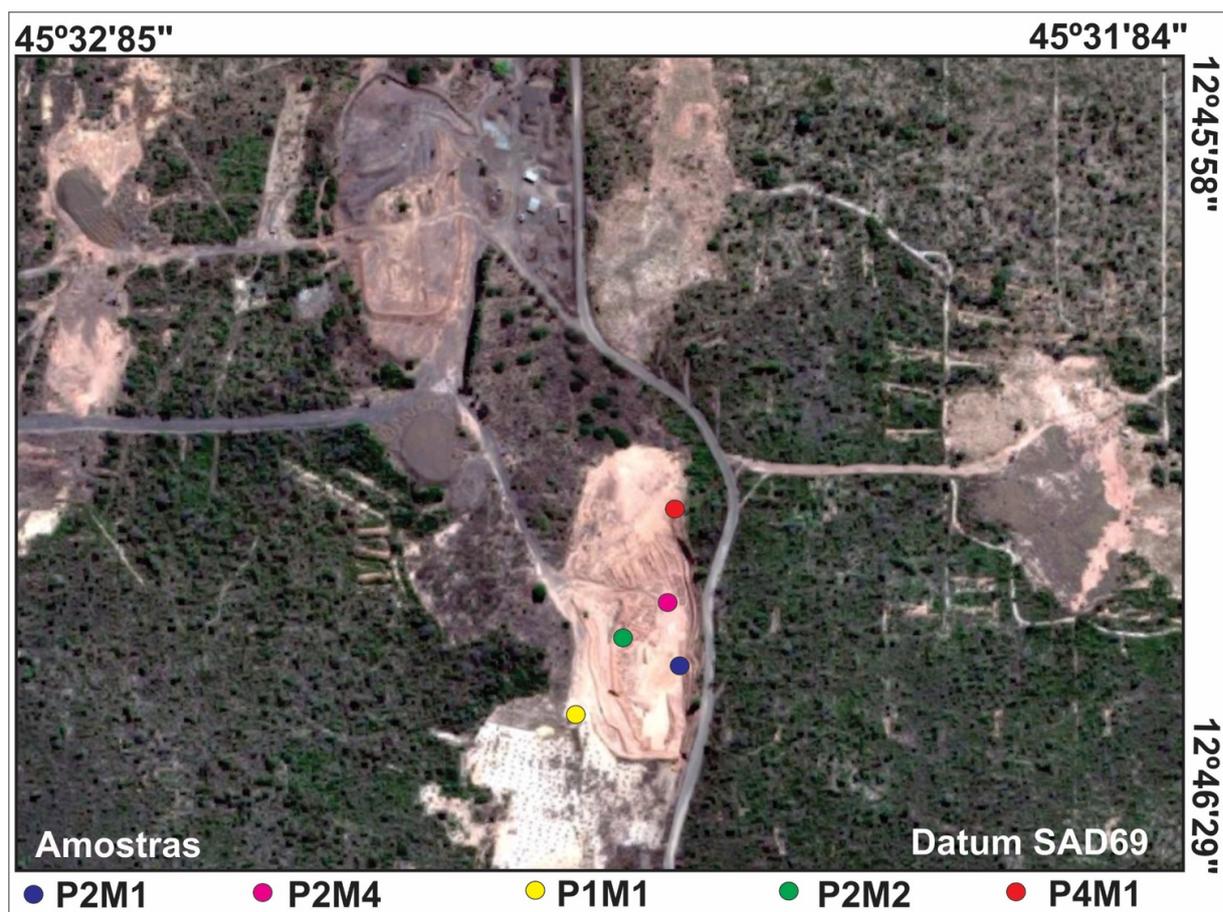


Figura 3. Imagem aérea da Cava Algodão da Mina Perdizes, com indicação dos pontos de amostragem (P1 a P4). Fonte: Miranda et al. (2004).

As análises por difratometria de raios-x foram realizadas nas cinco amostras selecionadas (P1M1, P2M1, P2M2, P2M4 e P4M1). As análises foram executadas em um difratômetro de raios-X modelo "ULTIMA IV" da "RIGAKU", do laboratório multi-uso de Difratometria de Raios X do Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias (CCET), da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), Campus Reitor Edgard Santos.

Para a determinação do manganês e do ferro empregou-se a técnica de Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização em Chamas nas amostras selecionadas (P1M1, P2M1, P2M2, P2M4 e P4M1), no Laboratório de Análises de Solo (LABAS) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Para a determinação do tálio, a abertura das amostras, se deu pelo método de extração com água régia ($\text{HCl} + \text{HNO}_3$, 3:1) e adição de peróxido de hidrogênio na degradação da matéria orgânica. As medidas eletroquímicas foram realizadas por voltametria de redissolução anódica com pulso diferencial, utilizando um potencioestato/galvanoestato portátil modelo μStart 400, marca Dropsens, conectado a um computador portátil, e as aquisições dos dados feitas através do Software Dropview® 2.9. Na célula eletroquímica foi utilizado um arranjo convencional de três eletrodos, sendo o eletrodo de trabalho de amálgama de prata, o eletrodo auxiliar de aço inox e o eletrodo de referência Ag/AgCl .

Os parâmetros voltamétricos utilizados para a realização das medidas através do método de voltametria de Redissolução Anódica com Pulso Diferencial foram: amplitude de pulso (50 mV), tempo de pulso (10s) e varredura de pulso (100 mV.s⁻¹). As etapas envolvidas na determinação do tálio são mostradas na Tabela 1.

Para construção da curva de calibração foi preparada, em balão volumétrico de 25 mL, uma solução de trabalho de 10 mg.L⁻¹ de tálio, a partir da diluição em água ultrapura de uma solução padrão de 1000 mg.L⁻¹ de tálio da marca *AccuStandard*®. Neste caso o tálio foi adicionado ao branco (solução sem amostra, só reagentes). As soluções

padrões (em diversas concentrações de Tálio), utilizadas na construção da curva de calibração, foram obtidas a partir da diluição de alíquotas da solução de trabalho em balão volumétrico de 25mL. Para diluição das alíquotas da solução de trabalho foi utilizada uma solução similar ao extrato da amostra (sem amostra) e o pH ajustado com amônia 4,5. A curva de calibração foi construída a partir da regressão linear dos valores médios da corrente de pico (medidas em triplicata) obtidas de cada solução padrão. O mesmo procedimento realizado na medida das soluções padrões foi utilizado na medida do extrato das amostras e na amostra do branco.

Tabela 1 – Parâmetros voltamétricos e as etapas envolvidas na determinação do tálio.

Etapas	Potencial aplicado (V)	Tempo (s)
Condicionamento do eletrodo (com agitação)	0,2	30
Pré concentração do tálio (com agitação)	-1,2	60
Tempo de equilíbrio (Sem agitação)	-1,2	20
Redissolução anódica e medida (Sem agitação)	-1,2 a -0,2	10

3. COMPARTIMENTAÇÃO GEOLÓGICA REGIONAL

A região oeste da Bahia está inserida nos domínios setentrionais do Cráton do São Francisco (CSF), estabelecendo contatos imediatos com faixas orogênicas e bacias sedimentares. O CSF abrange quase a totalidade do estado da Bahia, e parte de Minas Gerais, constituindo-se juntamente com o Cráton Amazônico, as maiores unidades cratônicas que embasam a plataforma sul-americana (BARBOSA & SABATÉ, 2003) (Figura 4A).

O CSF no oeste da Bahia tem como limite, cinturões de cavalgamentos e dobramentos brasileiros, como os orógenos Brasília, a oeste, e o Orógeno

Rio Preto, a norte. No seu interior ocorrem coberturas neoproterozoicas, que constituem o Supergrupo Espinhaço e Supergrupo São Francisco. De idade cretácea, ainda ocorre a cobertura sedimentar, de ambiente continental flúvio-eólico, denominada de Bacia Sanfranciscana.

A geologia do Oeste da Bahia é representada por compartimentos e unidades geológicas que variam de idade Arqueana e/ou Paleoproterozoica (CORDANI *et al.*, 1979) até o Quaternário, porém na região de Barreiras e São Desiderio, está presente o Grupo Bambuí (formações São

Desiderio, Serra da Mamona e Riachão das Neves), Grupo Urucuia (formações Posse e Serra das Araras), além das coberturas superficiais cenozoicas, que recobre as referidas unidades (Figura 4B).

3.1. Grupo Bambuí

O Neoproterozoico está representado no oeste da Bahia por litologias do Grupo Bambuí, que constitui a maior parte do substrato, sobre o qual se depositaram, em discordância angular erosiva, sedimentos clásticos do Grupo Urucuia, de idade cretácea e compreende uma espessa sequência pelítico-carbonática (AMORIN & LIMA, 2007).

Um entendimento preliminar, relativo a deposição do Grupo Bambuí é de extrema importância, já que são as litologias do referido grupo, hospedam o protominério manganêsífero, gerado por processos sedimentares marinhos, através de fontes hidrogenéticas (JANONI et al. 2013).

A Formação São Desiderio é

constituída por metacalcários cinza-escuros intercalados, além de metamargas e metassiltitos (EGYDIO-SILVA, 1987). A Formação Serra da Mamona é composta por metassiltitos, ardósias e metacalcários intercalados a metarenitos finos, aflorantes entre as regiões de Barreiras e São Desiderio. Já a Formação Riachão das Neves é composta por metarcóseos e metarenitos, com lentes de metamargas e metacalcários.

3.2 Grupo Urucuia

Superior ao conjunto de litotipos do Grupo Bambuí, assenta-se a Bacia Sanfranciscana (SGARBI, 1989). A sedimentação mesozoica culmina com a deposição das rochas do Grupo Urucuia, que se constitui na base por arenitos finos e níveis argilosos, com estratificação cruzada de grande porte, e no topo apresenta arenitos finos a médios, contendo níveis conglomeráticos e localmente silicificados (CAMPOS & DARDENNE, 1997).

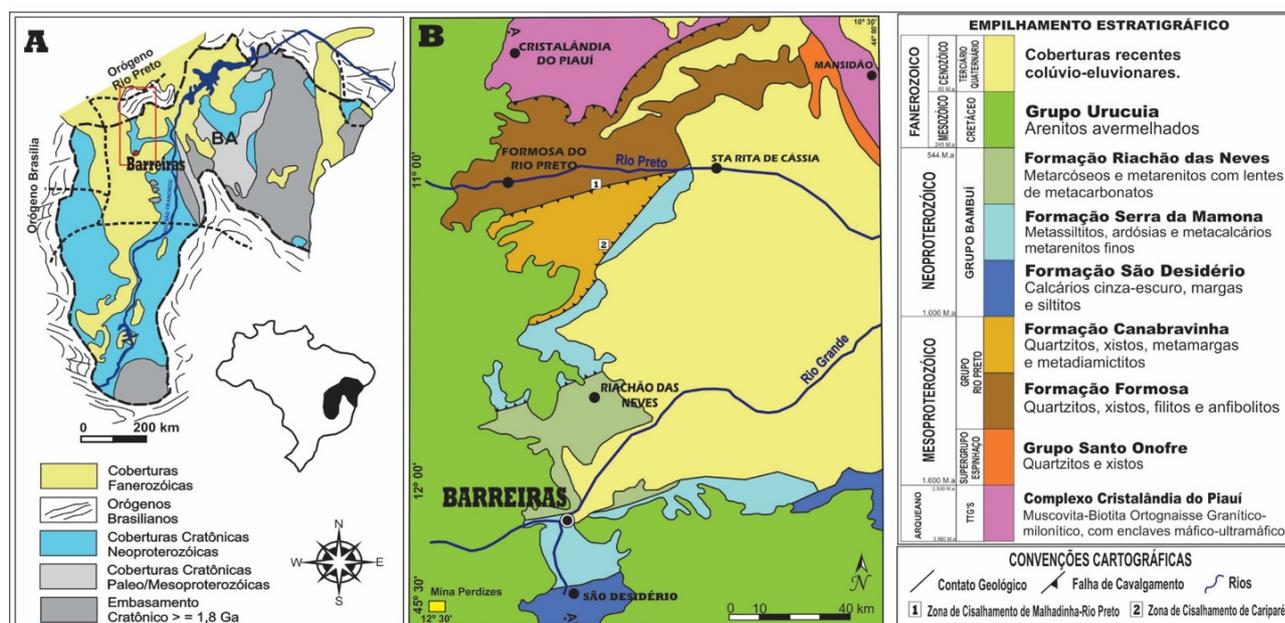


Figura 4. (A) O Cráton de São Francisco, seus orógenos marginais; (B) Mapa geológico do oeste da Bahia, com destaque para a área da Mina Perdizes. Modificado de Alkmin (2004) e Bizzi et al. (2003).

O Grupo Urucuia pode ser individualizado em duas formações: Posse e Serra das Araras. A Formação Posse corresponde à porção de maior volume, constituída por quartzo-arenitos, ou mais raramente arenitos-feldspáticos, cuja sedimentação é associada ao sistema eólico de campo de dunas entremeadas a pequenos tratos hídricos. A porção superior desta formação é caracterizada por arenitos feldspáticos e quartzo arenitos, brancos, finos, argilosos ou não, bem selecionados e menos maduros, de matriz detrítica (CAMPOS & DARDENNE, 1997).

A Formação Serra das Araras é constituída por arenitos silicificados (vermelhos e com níveis amarelados), de maturidade composicional e imaturidade textural, além de argilitos e conglomerados vermelhos. Estes últimos litotipos formando níveis de até 5 metros de espessura na porção basal desta unidade geológica. Atribui-se ambiência eólica desértica com máxima aridez, dominados somente pela ação dos ventos.

3.3. Coberturas Cenozoicas

A Formação Chapadão se refere às coberturas cenozoicas inconsolidadas, predominantemente arenosas da Bacia

Sanfranciscana (CAMPOS & DARDENNE 1997). As formações superficiais cenozoicas que recobre as demais unidades estão representadas pelas coberturas sedimentares inconsolidadas, detrítico-lateríticas, elúvio-coluvionares e eólicos (BRUNI et al. 1974). A sedimentação é predominantemente do tipo areno-argilosos com níveis lateritizados e cascalhos. Nesta unidade geológica é que se hospedam as maiores concentrações manganésíferas do oeste da Bahia e da mesma forma, na Mina Perdizes.

Os depósitos aluvionares estão relacionados às depressões dos rios São Francisco, Corrente, Grande, Fêmeas e do Alto Parnaíba. Apresentam sedimentos de depósitos de tálus, paleodunas e lençóis de areia, os quais compreendem as formações superficiais do Quaternário, completando o quadro litoestratigráfico regional (JANONI et al. 2016).

4. GEOLOGIA DA MINA PERDIZES

O quadro geológico da Mina Perdizes (Figura 5), bem como as áreas adjacentes, é constituído por litofácies regidas através de processos e ação pedogenética atuante nesta porção da Bacia Sanfranciscana.

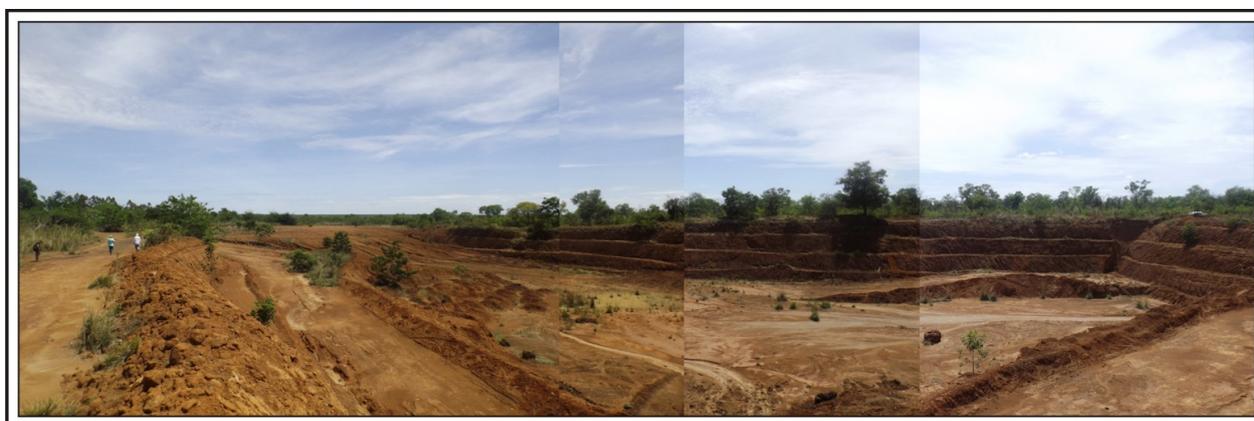


Figura 5. Cava Algodão da Mina Perdizes.

O embasamento da área da mina é representado pelos litotipos que configuram a Formação São Desiderio, representada por metacalcários que afloram nas imediações do distrito de Sítio Grande, distando 25 km a leste da Mina Perdizes (Figura 6).

As unidades geológicas na área da mina se resumem fundamentalmente em rochas pertencentes ao Grupo Urucuaia, mais especificamente à Formação Posse, e a Formação Chapadão, conjugada com outras coberturas quaternárias que encobrem parcialmente a área.

Na área da Mina Perdizes, os sedimentos apresentam coloração vermelho - amarelada, de granulometria fina a média, caracterizados por coberturas eluvionares, constituídas por materiais argilo-arenosos inconsolidados, que se desenvolveram a partir do manto de intemperismo, desenvolvido sobre os litotipos da Formação Posse. As mineralizações manganésíferas ocorrem na transição entre os horizontes C e B bem desenvolvidos, sem estruturas sedimentares reliquias preservadas, reforçando a sua origem por processos supergênicos.

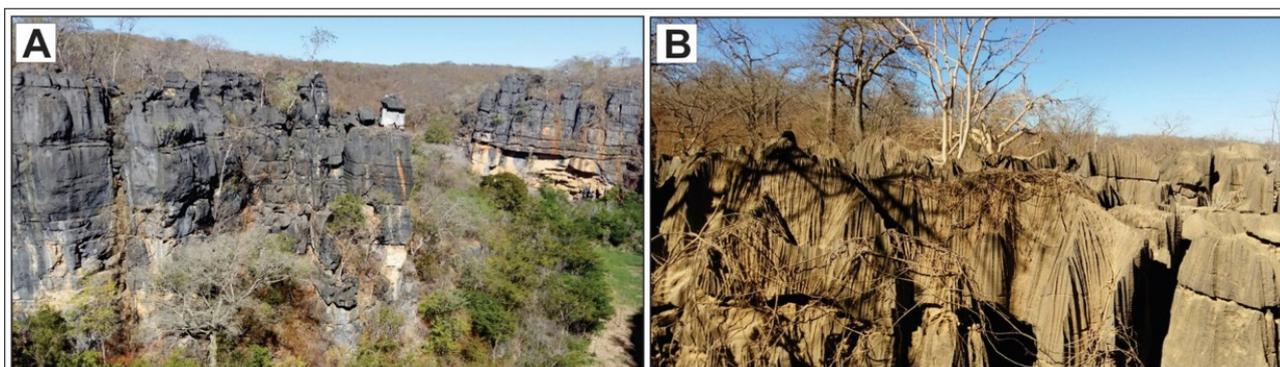


Figura 6. (A) Feições ruiformes nas rochas metacalcárias da Formação São Desidério, no distrito do Sítio Grande; (B) Metacalcário cinza-escuro exibindo feições cársticas do tipo lapies.

O empilhamento estratigráfico da toposequência da Cava Algodão, são os principais responsáveis por arquitetar as mineralizações manganésíferas na área de estudo. Localmente os sedimentos configuram um perfil laterítico, onde foi possível compartimentá-lo, estratigraficamente, em quatro fácies distintas, sendo da base para o topo: Fácies Saprólito, Fácies Horizonte Oxidado, Fácies Horizonte Ferruginoso e Fácies Latossolo Vermelho-Amarelo (Figura 7).

- Fácies Saprólito

Consiste em um horizonte mineralizado, observado na porção basal da frente de lavra da Cava Algodão,

apresentando espessura média de 4 metros. O intemperismo das rochas contendo predominantemente pirolusita, gerou um perfil rico em concreções de coloração preta, na forma de pisólitos, onde se encontra as maiores concentrações de minério manganésífero, de tamanhos variados representada pela amostra P2M1, e de concreções lateritizadas, de tamanhos centimétricos a decimétricos, representadas pela amostra P2M4. Esta concentração pode ser atribuída à alteração do material arenoso da Formação Posse que sofreu lixiviação intensa, predominando o minério manganésífero concretizado em meio a níveis argilosos incipientes.

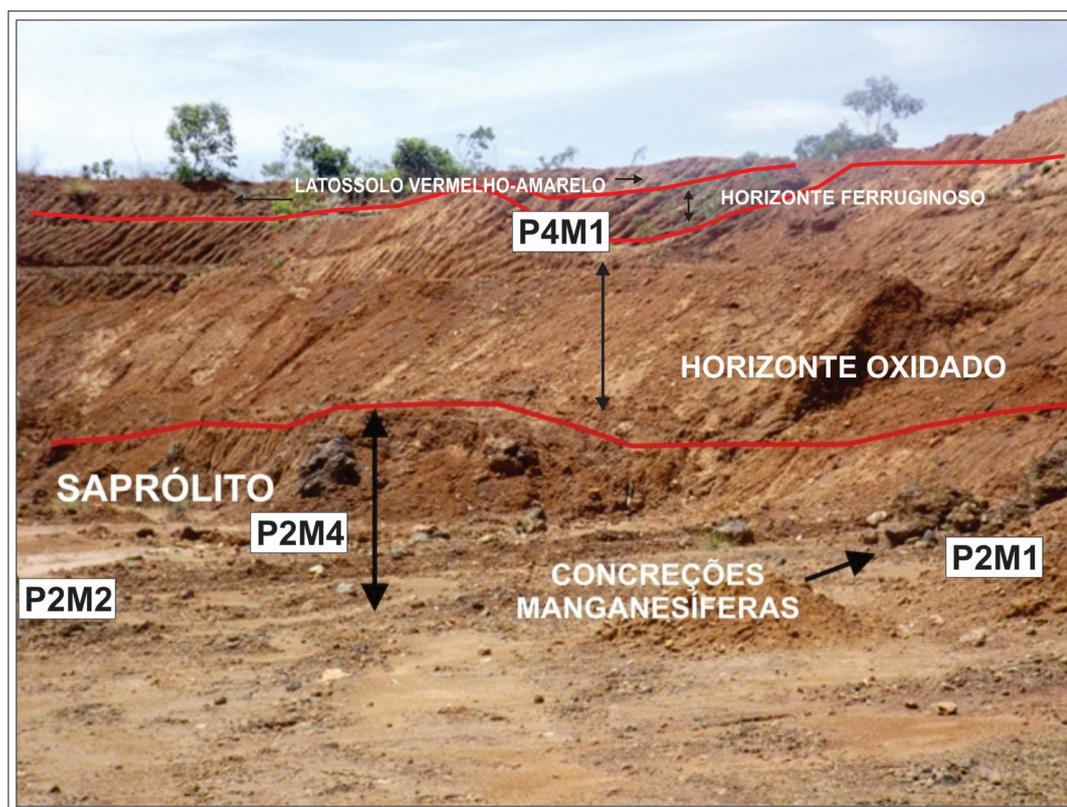


Figura 7. Perfil Laterítico da Cava Algodão com as fácies estruturantes.

- Fácies Horizonte Oxidado

Corresponde à zona manchada ou zona de oxidação, composta por solo de coloração amarelada, formando um espesso pacote, de aproximadamente 9 metros com textura média, apresenta níveis dendríticos de pirolusita e criptomelana, hábitos arborescentes com feições ascensionais no perfil. Este horizonte não apresenta concentrações manganésíferas, provavelmente devido à mobilidade diferenciada deste elemento frente ao intemperismo.

- Fácies Horizonte Ferruginoso

Consiste em um horizonte observado nas adjacências da mina (até 0,8 km a nordeste), que também foi alvo de exploração para manganês. No geral, este horizonte apresenta coloração avermelhada exibindo aspecto poroso, representada pela amostra P4M1, composto por goethita na forma de gossans. Também pode ser designado de

crosta laterítica e funciona como uma barreira geoquímica frente aos processos intempéricos e de inversões climáticas (BIONDI, 2015). Este mesmo autor, atribui nos processos mineralizadores supergênicos, a designação de duricrosta por conter teores anômalos de ferro e manganês.

- Fácies Latossolo Vermelho-Amarelo

No topo do perfil laterítico, ocorre latossolo de coloração vermelho-amarelo, bastante poroso, permeáveis, apresentando estrutura granular, com perfis de até 2 metros de espessura, composto predominantemente por quartzo, caulinita e goethita, apresentando textura média a fina. Características de feições supergênicas, podem ser vistas no pavimento das estradas, que recortam os arredores da mina, onde apresentam grandes manchas de pirolusita, preenchendo os poros dos sedimentos na porção

superficial.

A figura 8, representa de forma esquemática, o perfil laterítico geral da Mina Perdizes, bem como as principais feições características de cada fácies,

de um perfil laterítico, com as respectivas mineralizações associadas, indicado por Biondi (2015), reforça e corrobora o empilhamento da toposequência na Mina Perdizes.

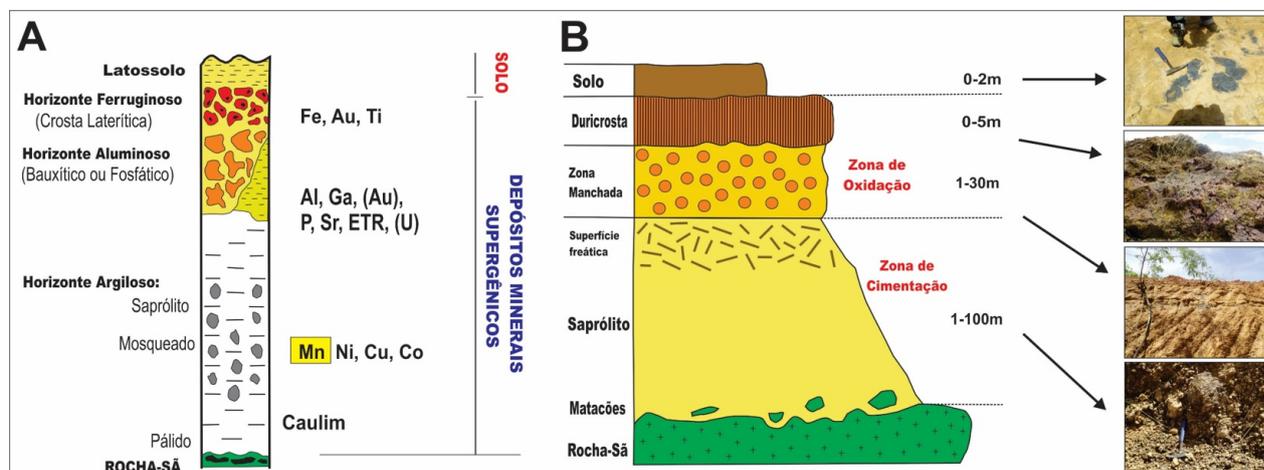


Figura 8. (A) Modelo geral de um perfil laterítico com as respectivas mineralizações associadas, segundo Biondi (2015); (B) Perfil Laterítico da Mina Perdizes com as principais feições de cada fácies.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Gênese, tipologias e mineralogias do minério manganésífero

No cenário da Mina Perdizes, não foi encontrado evidências de outros processos mineralizantes além das que reforçam a argumentação de enriquecimento supergênico, como responsável pela concentração de manganês e tálio. Entretanto, sabe-se que na região Oeste da Bahia, o minério de manganês, assim como o tálio, estão associados também a outros tipos de mineralizações, como focado nos trabalhos de Janoni *et al.* (2011), Janoni *et al.* (2012) e Souza (2013). Dentre estes outros tipos de mineralizações, o minério de manganês na região do Vau da Boa Esperança é considerado como tendo sido originado por processos sedimentares marinhos, com presença de protominérios de manganês como despujolsita ($\text{Ca}_3\text{Mn}^{4+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3(\text{H}_2\text{O})$) e jacobsita (MnFe_2O_4). Nesta região,

também ocorre mineralização manganésífera considerada como formada por processos hidrotermais, justificado por espessas crostas polimetálicas na interface entre as rochas do Grupo Bambuí e o Grupo Urucua.

O quadro geológico encaixante e as ocorrências manganésíferas da Mina Perdizes, e suas adjacências apresentam tipologias distintas em que foi possível identificar as fases mineralógicas presentes, nas amostras selecionadas através da técnica de DRX. As tipologias encontradas foram: (a) minério de manganês denso azulado sem quartzo visível (amostra P2M1); (b) concreções lateritizadas - pisólitos (amostra P2M4); (c) lateritas vermelho-amareladas decimétricas (amostra P4M1); (d) latossolo levemente manchados com óxido de manganês (não amostrado) e por fim; (e) arenito siltoso arroxeadado (amostra P2M2) (Figura 9).

O minério de manganês denso azulado sem quartzo visível e as concreções lateritizadas (pisólitos) são as únicas tipologias que representam o minério manganífero, sendo as demais constituindo às encaixantes e material estéreo.

O minério de manganês denso cinza-azulado sem quartzo visível, encontra-se bastante disseminado (i.e, não forma grandes pacotes concrecionários), observado na pilha de minério abandonada e na base da Cava Algodão (Fácies Saprólito). A concreção laterítica (pisólito), foi coletada também sobre a fácies saprólito. Possui coloração vermelha alaranjada, dada pela presença de ferro oxidado. Em alguns pontos, nos limites da área da mina, foram observadas ocorrências de lateritas vermelho-amareladas, decimétricas. No pavimento das estradas de acesso à mina encontram-se algumas porções de latossolo levemente manchados com óxido de manganês, identificados macroscopicamente como pirolusita e criptomelano, na porção superior da sequência estratigráfica da mina, situada sobre fácies Latossolo Amarelo-Avermelhado. E por fim, dentre os blocos rolados na base da cava da mina foram encontrados arenito siltoso arroxeadado muito fragmentado.

Dentre estas tipologias, merece destaque o minério de manganês cinza-azulado e denso e a concreção lateritizada (pisólito), por conter vários minerais de manganês. O minério de manganês cinza-azulado e denso é a tipologia mais abundante na área estudada, e caracterizado por uma coloração escura (cinza escuro com nuances azulado bastante intenso). Estas tipologias são constituídas por óxidos de manganês mistos, como a Pirolusita (MnO_2), Todorokita ($\text{Mn}_3\text{H}_2\text{O}$),

Criptomelana ($\text{K}_2\text{Mn}_8\text{O}_{16}$), Vernadita ($\text{Mn}_4(\text{O}, \text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e Manganita ($\text{MnO}(\text{OH})$). Nas demais amostras foi possível confirmar apenas a presença do quartzo, pois a sua predominância possivelmente mascarou outros minerais.

5.2. Geoquímica

A tabela 2 expressa os teores de manganês, ferro e tálio, das cinco amostras (P1M1, P2M1, P2M2, P2M4 e P4M1) selecionadas, na Cava Algodão da Mina Perdizes. Os resultados obtidos apontam que a amostra P1M1 constituem tipologias praticamente isentas dos elementos analisados. A amostra P1M1 foi coletada na pilha de minério abandonada e caracteriza fragmentos de sílica, do tipo polimorfo, podendo ser vistos também na fácies saprólito. A amostra P2M2 foi coletada em meio a blocos rolados no talude da cava principal da mina e representa a tipologia descrita como arenito siltoso arroxeadado muito fragmentado (protominério), contendo criptomelano e quartzo

Conforme observado na tabela 2, há uma correlação negativa entre as concentrações de manganês e ferro nas amostras P2M1, P2M4 e P4M1. Isto pode ser explicado devido ao fato da amostra P4M1, pertencente a Fácies Horizonte Ferruginoso, considerado como tendo sido formado por intenso processo de laterização, que pode ter lixiviado seletivamente o manganês, resultando em enriquecimento residual de ferro nas duricrostas geradas, ao contrário das amostras P2M1 e P2M4, pertencentes a Fácies Saprólito, horizonte inferior do perfil, onde foi propícia a concentração do manganês lixiviado das porções superiores, dando origem aos minérios de alto teor por enriquecimento supergênico (Figura 10).

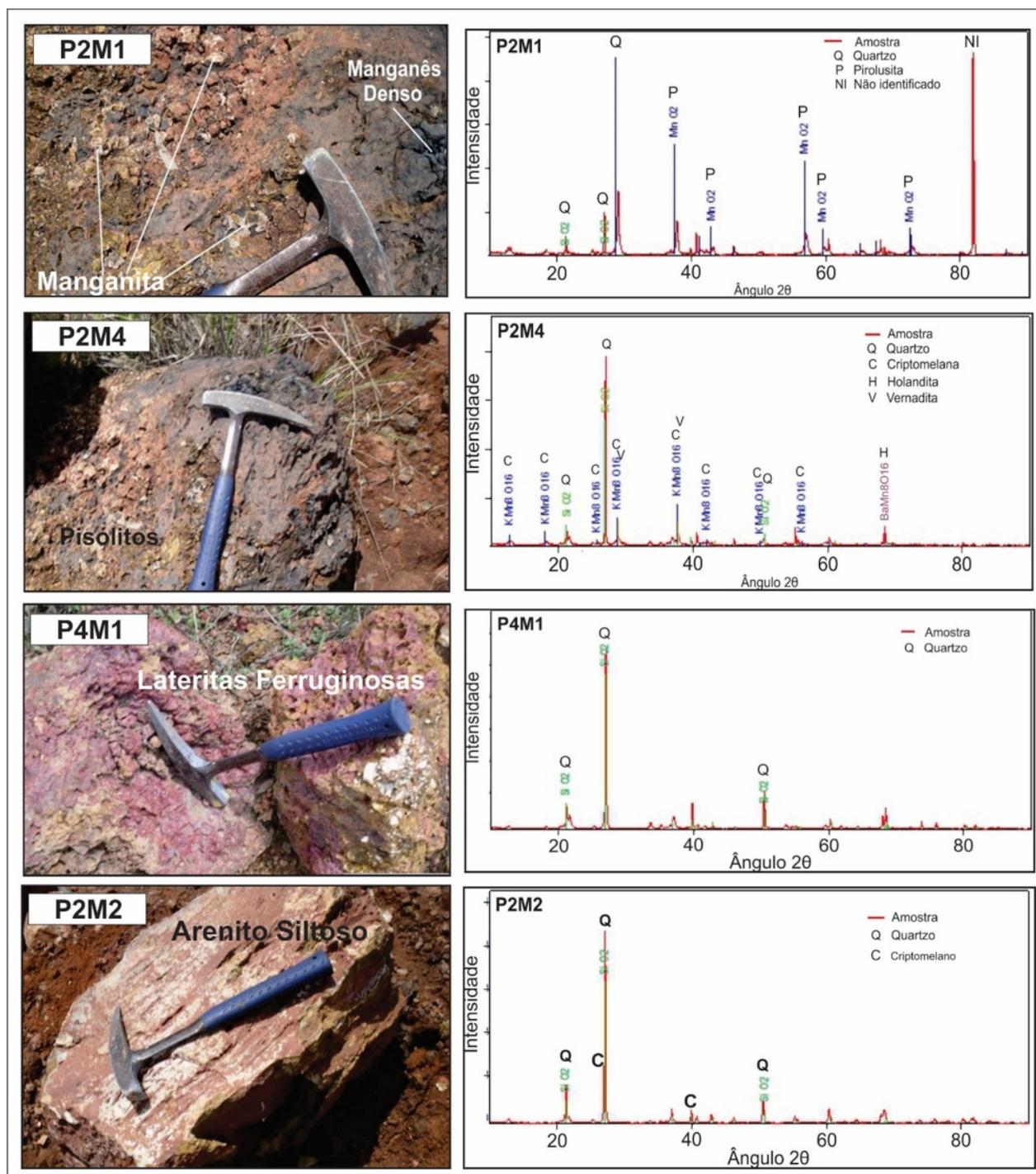
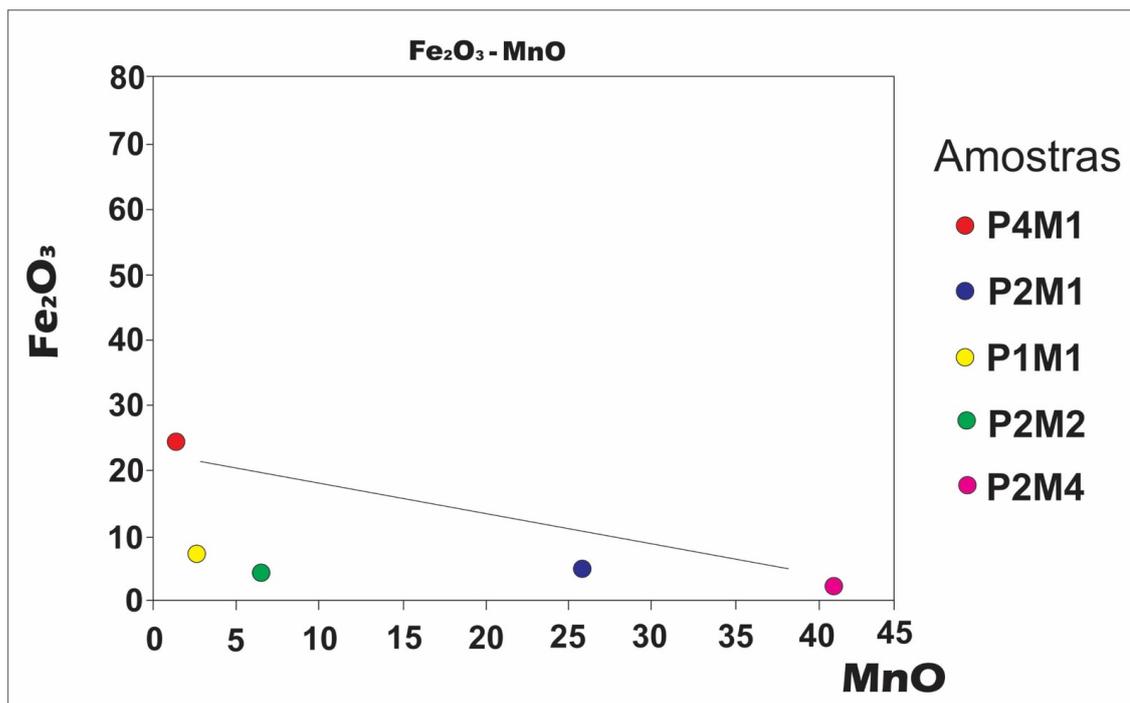


Figura 09. Aspecto geral das tipologias da mineralização manganésífera, identificadas na Cava Algodão, com destaque para o manganês denso azulado, concreção lateritizada (pisólito), laterita vermelho-amarelada decimétrica, e arenito siltoso arroxeadado (protominério), bem como os respectivos difratogramas identificando as fases mineralógicas presentes nas respectivas tipologias.

Tabela 2. Teores de manganês, ferro e tálio em amostras representativas do minério manganífero da Mina Perdizes.

AMOSTRA	DESCRIÇÃO	MANGANÊS (%)	FERRO (%)	TÁLIO (ppm)
P1M1	Fragmentos de sílica polimorfa	0,05	0,58	-
P2M1	Minério de manganês denso azulado, sem quartzo visível	26,59	2,23	512
P2M2	Arenito Siltoso Arroxeado (protominério)	5,48 (alterado)	1,00	-
P2M4	Concreção manganésifera lateritizada	41,83	1,15	435
P4M1	Laterita vermelho-amarelada decimétrica	0,03	20,36	-

Figura 10. Diagrama de dispersão geoquímica da relação MnO x Fe₂O₃ no perfil laterítico da Cava Algodão, na Mina Perdizes.

Ao correlacionar os teores de manganês, com os teores tálio na tabela 2, é possível observar, que a concentração de tálio, somente ocorre diante da presença de manganês, expresso nas amostras P2M1 e P2M4. Assim é interpretado que a fácies saprólito, na porção basal do perfil laterítico, enriquecida em minério de manganês, seja o ambiente mais adequado e propício para a concentração também do elemento tálio.

Ao realizar algumas comparações fundamentais com outra área já pesquisada no oeste da Bahia, mais especificamente o Vau da Boa Esperança, localizado a aproximadamente 30 km a nordeste da Mina Perdizes, área investigada por Souza (2013), foi observado os seguintes resultados: (a) Em amostras de manganês denso azulado, sem quartzo visível na região do Vau da Boa Esperança, foram detectados teores de manganês, ferro e tálio em torno de 45%, 0,45% e 152ppm, respectivamente (Souza, 2013), enquanto que na amostra P2M1 (Fácies Saprólito) da Mina Perdizes, os teores de manganês, ferro e tálio foram de 26,56%, 2,23% e 512ppm respectivamente (Tabela 2); (b) Em amostras de Lateritas ferruginosas na região do Vau da Boa Esperança, foram detectados teores médios de manganês, ferro e tálio de aproximadamente 7%, 2,55% e 0,00ppm, respectivamente (Souza, 2013), por outro lado, o teores de manganês, ferro e tálio detectados na amostra P4M1 (Fácies Horizonte Ferruginoso), na mina foram de 0,03%, 20,36% e 0,00 respectivamente (Tabela 2).

Com esses resultados, foi possível concluir, que o minério denso azulado, amostrado no horizonte basal da Cava Algodão da Mina Perdizes (Fácies Saprólito), apresentou concentrações

maiores de manganês e tálio, e menores de ferro em relação à mineralização do Vau da Boa Esperança, em se tratando de mesma tipologia. Já em amostras de duricrostas coletadas na Fácies Horizonte Ferruginoso da Mina Perdizes, estas apresentaram concentrações menores de manganês e tálio, e maiores de ferro, comparado com amostras de mesma tipologia coletada na região do Vau da Boa Esperança. Esta comparação dos teores de manganês e ferro entre as duas mineralizações, que estão situadas em porções geomorfológicas diferentes, permite se sugerir que o processo supergênico, formador destas mineralizações, pode ter sido mais atuante nos Chapadões do Urucuia (Região da Mina Perdizes), em relação às áreas intervalares (Região do Vau da Boa Esperança).

Ao analisar e comparar o teor de tálio da amostra P2M1 (512ppm), em minério de manganês denso azulado, sem quartzo visível, em relação ao teor médio de tálio detectado no Vau da Boa Esperança (152 ppm, em mesma tipologia, sugere-se que os teores de metais raros na região da Mina Perdizes, contém aproximadamente 337% a mais, que o teor médio de tálio detectado no Vau da Boa Esperança.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo corroborou com dados importantes, acerca das tipologias, mineralogias, e associação metálica do minério manganésífero portador de metais raros da Mina Perdizes, situada em uma localidade com extremo potencial, porém “esquecida” no cenário geológico atual.

As tipologias mais importantes do quadro geológico da Cava Algodão na Mina Perdizes, foram descritas como: minério de manganês denso azulado sem quartzo visível e concreções lateritizadas

(pisólitos), por constituírem o minério manganésífero composto por pirolusita, todorokita, criptomelana e vernadita, enriquecidas em Tálío.

O substrato geológico encaixante da Mina Perdizes, é regido apenas por unidades geológicas referentes às formações Posse (não aflorante, porém com indícios indiretos) e Chapadão. Estas formações foram afetadas por fatores relacionados à ação climática, que modificaram o relevo e o solo, favorecendo a existência dos extensos chapadões na região.

A fim de estabelecer algumas comparações fundamentais com outras áreas já pesquisadas no oeste da Bahia, foram realizadas análises geoquímicas para manganês, ferro e tálío. Com os resultados, foi possível concluir, que os teores de manganês e tálío na Mina Perdizes, se mostraram relativamente mais elevados (minério denso azulado), amostrado no horizonte basal da cava principal da mina, (Fácies Saprólito) em relação à mineralização do Vau da Boa Esperança. Já os teores de ferro na Mina Perdizes apresentaram maiores concentrações em comparado com o Vau, em amostras coletadas na Faciês Horizonte Ferruginoso. Essa comparação dos teores de manganês e ferro entre as duas mineralizações (Mina Perdizes e Vau da Boa Esperança), que estão situadas em porções geomorfológicas diferentes, permitiu se sugerir que o processo supergênico formador destas mineralizações pode ter sido mais intenso nos chapadões (Região da Mina Perdizes), em relação às áreas intervalas (Região do Vau da Boa Esperança).

As mineralizações manganésíferas supergênicas na Mina Perdizes foram analisadas e detectadas concentrações anômalas de tálío, comparado as mineralizações similares no Vau da Boa

Esperança.

Da mesma forma que trabalhos anteriores na área de metalogênese, aplicados às mineralizações manganésíferas portadoras de metais raros em outras localidades no Globo, tais como, os depósitos de manganês com elevados teores de metais raros e elementos terras-raras, associados a crostas polimetálicas e nódulos ferromanganésíferos, geradas por processos hidrogenéticos e hidrotermais, em mid-oceanic-ridge, no Pacífico (HEIN, 2008), serviram de estímulo para a realização deste estudo, espera-se que o mesmo venha a contribuir diretamente para o enriquecimento do conhecimento a cerca deste tipo de mineralização, importante economicamente, na região estudada e no Brasil.

Referências bibliográficas

- ALKMIM, F. F. 2004. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimita-lo. In: Mantesso-Neto V., Bartorelli A., Carneiro C.D.R., Brito-Neves B.B. (orgs.) Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, Beca, São Paulo, 2004. p. 17-35.
- AMORIM JUNIOR, V.; LIMA, O. A. L. 2007. Avaliação hidrogeológica do Aquífero Urucuia na bacia do rio das Fêmeas usando resistividade e polarização elétrica induzida. Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro.
- APS, W. 2012. O Depósito de Tálío de Barreiras, Bahia: Significado e Perspectivas. In: 5º Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral, Ouro Preto/MG.
- BARBOSA, J. S. F. 1982. O manganês do oeste da Bahia. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Bahia. 129 p.

- BARBOSA, J. S. F.; SABATÉ, P.; MARINHO, M. M. 2003. O Cráton do São Francisco na Bahia. Uma síntese. *Revista Brasileira de Geociências*, Brasília, v. 33, n.1, p. 3-6.
- BIONDI, J. C. 2015. *Processos Metalogenéticos e os Depósitos Minerais Brasileiros*. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Oficina de Textos.
- BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. 2003. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM, 692 p.
- CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. 1997. Estratigrafia e sedimentação da bacia Sanfranciscana. *Revista Brasileira de Geociências*, v.27. p. 269-282.
- CORDANI, U.G., INDA, H.A.V.; KAWASHITA, K. 1979. O embasamento do Grupo Bambuí na região de Correntina, Bacia do São Francisco, estado da Bahia. In: *Simpósio sobre a Geologia do Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais*, SBG, vol. 1. Salvador. Anais... Salvador.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 2002. *Mapa Rodoviário da Bahia*. Brasília.
- EGYDIO-SILVA, M. 1987. O sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton São Francisco. Tese (Doutorado) IGC-Universidade de São Paulo, São Paulo, 95 p.
- HEIN, J. R.; SCHULZ, M. S.; DUNHAM, R. E.; STERN, J. R.; BLOOMER, S. H. 2008. Diffuse flow hydrothermal manganese mineralization along the active Mariana and southern Izu-Bonin arc system, western Pacific. *Journal of Geophysical Research*, vol. 113, p. 1-29.
- JANONI, C. R.; SOUZA, D. P. C.; COTIAS, F. A. 2011. Presença de Concreções Manganíferas altamente Mineralizadas na Base do Grupo Urucuia na Serra da Bandeira - Oeste do município de Barreiras/BA. In: *XXIV Simpósio de Geologia do Nordeste*, SBG, v. único. Aracaju. Anais... Aracaju, p. 159.
- JANONI, C.R.; SOUZA, D.P.C.; COTIAS, F. A. 2012. Geologia e Aspectos Genéticos do Minério Manganésífero altamente concentrado em metais raros na região de Barreiras (oeste da Bahia). In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, SBG, vol. único. Santos. Anais... Santos, 2012. p. 237.
- JANONI, C.R.; BARBOSA, J.S.F. 2013. A Província Manganésífera Sanfranciscana no Oeste da Bahia – Associação Geológica e Metalogenética Exclusiva do Manganês-Cobalto-Tálio no Brasil – um estudo preliminar. In: *III Simpósio Brasileiro de Metalogenia*, SBG, v. único. Gramado. Anais... Gramado, p. 37-39.
- JANONI, C. R.; CASTRO, M. S. S.; SANTOS, G.B.; JANONI, A.S.R.; SOUZA, D.P.C. 2016. Neotectônica nas Coberturas Sedimentares do Cráton do São Francisco no Oeste da Bahia. *Revista de Geologia, UFC*, v.29, n.1. p. 93-111.
- MIRANDA, E.E.DE; COUTINHO, A.C. 2004. *Brasil Visto do Espaço*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- ROY, S. 1988. Manganese Metallogenesis: a Review. *Ore Geology Reviews*, v. 4, p. 155-170.
- SGARBI, G.N.C. 1989. *Geologia da Formação Areado: Cretáceo Inferior a Médio da Bacia Sanfranciscana, oeste do Estado de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado), UFRJ, 324p.
- SOUZA, D.P.C. 2013. *Quadro geológico encaixante e implicações genéticas do minério manganésífero portador de metais raros no Val da Boa Esperança, região de Barreiras/BA*. 121p. Monografia Geologia, UFBA, Barreiras.
- Revista de Geologia* 29 (2), 2016.